P3NK-1162-04Z0

GeoStream Si-R シリーズ

機能説明書
V30

FUJITSU

THE POSSIBILITIES ARE INFINITE

はじめに

このたびは、本装置をお買い上げいただき、まことにありがとうございます。
インターネットやLANをさらに活用するために、本装置をご利用ください。

2004年9月初版
2005年1月第2版
2005年6月第3版
2005年8月第4版

本ドキュメントには「外国為替及び外国貿易管理法」に基づく特定技術が含まれています。
従って本ドキュメントを輸出または非居住者に提供するとき、同法に基づく許可が必要となります。
Microsoft Corporationのガイドラインに従って画面写真を使用しています。
All rights reserved, Copyright©　富士通株式会社　2004 - 2005

目次

はじめに 2
本書の構成と使いかた 5
本書の読者と前提知識 5
本書の構成 5
本書における商標の表記について 6
本装置のマニュアルの構成 6
使用許諾条件 7

第 1 章　ネットワーク設計概念 12

1.1　ネットワーク設計概念 13
1.1.1　ネットワークの概念とルーティング 13
1.1.2　ルータ設定の概要 17

第 2 章　機能概要 20

2.1　IPv6 機能 22
2.2　IP 経路制御機能 24
2.2.1　IP 経路情報の種類 24
2.2.2　IP 経路情報の管理 25
2.2.3　インタフェースの障害検出による経路制御機能 27
2.2.4　スタティックルーティング機能 27
2.2.5　ダイナミックルーティング機能 28
2.3　RIP 機能 29
2.4　BGP4 機能 31
2.5　OSPF 機能 34
2.6　IPv6 RIP 機能 36
2.7　MPLS 機能 38
2.7.1　MPLS を使用したレイヤ 2VPN（EoMPLS） 40
2.7.2　MPLS を使用したレイヤ 3VPN（BGP/MPLS VPN） 42
2.8　マルチリンク機能 45
2.9　マルチキャスト機能 46
2.9.1　PIM-DM 47
2.9.2　PIM-SM 47
2.10　VLAN 機能 49
2.11　IP フィルタリング機能 50
2.11.1　動的フィルタリング（SPI） 52
2.12　マルチルーティング（ポリシールーティング）機能 53
2.12.1　通常の IP ルーティングとマルチルーティングの関係 54
2.12.2　利用する ap 定義の選定方法 54
2.12.3　マルチルーティング機能の応用 57
2.13　IPsec 機能 59
2.13.1　動的 VPN 機能 64
2.14　マルチ NAT 機能 68
2.14.1　NAT 機能の選択基準 71
2.15　VoIP NAT トラバーサル機能 72
2.16　TOS/Traffic Class 値書き換え機能 75
2.17　VLAN プライオリティマッピング機能 77
2.18　シェーピング機能 78

2.19 帯域制御（WFQ）機能 79
2.19.1 トラフィックがあるストリーム数によるバンド幅の変動 80
2.20 DHCP 機能 82
2.20.1 IPv4 DHCP 機能 82
2.20.2 IPv6 DHCP 機能 84
2.21 DNS サーバ機能 86
2.21.1 DNS サーバ（スタティック）機能 86
2.21.2 ProxyDNS（DNS 振り分け）機能 86
2.22 SNMP 機能 88
2.23 ECMP 機能 89
2.23.1 通信パス選択方法 90
2.23.2 通信バックアップ機能 91
2.24 VRRP 機能 92
2.24.1 簡易ホットスタンバイ機能 92
2.24.2 クラスタリング機能 94
2.25 ブリッジ機能 97
2.25.1 ブリッジグルーピング機能 97
2.25.2 IP フレームの転送方式の選択機能 98
2.25.3 スパニングツリー機能 100
2.26 通信バックアップ機能 112
2.26.1 通信障害の検出機能 113
2.26.2 検出された通信障害に対する通信パス迂回機能 117
2.26.3 ISDN 接続を契機とした通信バックアップ 120
2.27 テンプレート着信機能 123
2.28 RADIUS 機能 125
2.28.1 RADIUS クライアント機能 125
2.28.2 RADIUS サーバ機能 125
2.29 SSH サーバ機能 129
2.29.1 SSH クライアントソフトウェア 131
2.30 ATM サービスタイプ 132
索引 135

本書の構成と使いかた

本書では、一般的なネットワークの概要や本装置で使用できる便利な機能について説明しています。
また、CD-ROMの中のREADMEファイルには大切な情報が記載されていますので、併せてお読みください。

本書の読者と前提知識

本書は、ネットワーク管理を行っている方を対象に記述しています。
本書を利用するにあたって、ネットワークおよびインターネットに関する基本的な知識が必要です。

本書の構成

以下に、本書の構成と各章の内容を示します。

章タイトル	内　容
第1章　ネットワーク設計概念	この章では、一般的なネットワークの設計概念について説明します。
第2章　機能概要	この章では、本装置の主な機能の概要を説明します。

マークについて

本書で使用しているマーク類は、以下のような内容を表しています。

本装置をお使いになる際に、役に立つ知識をコラム形式で説明しています。

こんな事に気をつけて　本装置をご使用になる際に、注意していただきたいことを説明しています。

操作手順で説明しているものの他に、補足情報を説明しています。

操作方法など関連事項を説明している箇所を示します。

本装置の機能を使用する際に、対象となる機種名を示します。

製造物責任法（PL）関連の注意事項をあらわしています。本装置をお使いの際は必ず守ってください。

本書における商標の表記について

Microsoft、Windows および Windows NT は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。

Hi/fn および LZS は、Hi/fn,inc. の登録商標です。

本書に記載されているその他の会社名および製品名は、各社の商標または登録商標です。

Windows® XP の正式名称は、Microsoft® Windows® XP Professional operating system、
または Microsoft® Windows® XP Home Edition operating system です。

Windows® Me の正式名称は、Microsoft® Windows® Millennium Edition operating system です。

Windows® 98 の正式名称は、Microsoft® Windows® 98 operating system です。

Windows® 2000 の正式名称は、Microsoft® Windows® 2000 Server Network operating system、または Microsoft® Windows® 2000 Professional operating system です。

本装置のマニュアルの構成

本装置の取扱説明書は、以下のとおり構成されています。使用する目的に応じて、お使いください。

マニュアル名称	内容
Si-R 効率化運用ツール使用手引書	Si-R 効率化運用ツールを使用する方法を説明しています。
Si-R170　ご利用にあたって	Si-R170 の設置方法やソフトウェアのインストール方法を説明しています。
Si-R180　ご利用にあたって	Si-R180 の設置方法やソフトウェアのインストール方法を説明しています。
Si-R220B　ご利用にあたって	Si-R220B の設置方法やソフトウェアのインストール方法を説明しています。
Si-R260　ご利用にあたって	Si-R260 の設置方法やソフトウェアのインストール方法を説明しています。
Si-R260B　ご利用にあたって	Si-R260B の設置方法やソフトウェアのインストール方法を説明しています。
Si-R370　ご利用にあたって	Si-R370 の設置方法やソフトウェアのインストール方法を説明しています。
Si-R570　ご利用にあたって	Si-R570 の設置方法やソフトウェアのインストール方法を説明しています。
Si-R シリーズ　機能説明書（本書）	本装置の便利な機能について説明しています。
Si-R シリーズ　トラブルシューティング	トラブルが起きたときの原因と対処方法を説明しています。
Si-R シリーズ　メッセージ集	システムログ情報などのメッセージの詳細な情報を説明しています。
Si-R シリーズ　仕様一覧	本装置のハード／ソフトウェア仕様と MIB/Trap 一覧を説明しています。
Si-R シリーズ　コマンドユーザーズガイド	コマンドを使用して、時計などの基本的な設定またはメンテナンスについて説明しています。
Si-R シリーズ　コマンド設定事例集	コマンドを使用した、基本的な接続形態または機能の活用方法を説明しています。
Si-R シリーズ　コマンドリファレンス	コマンドの項目やパラメタの詳細な情報を説明しています。
Si-R シリーズ　Web ユーザーズガイド	Web 画面を使用して、時計などの基本的な設定またはメンテナンスについて説明しています。
Si-R シリーズ　Web 設定事例集	Web 画面を使用した、基本的な接続形態または機能の活用方法を説明しています。
Si-R シリーズ　Web リファレンス	Web 画面の項目の詳細な情報を説明しています。

使用許諾条件

本製品には、カリフォルニア大学およびそのコントリビュータによって開発され、下記の使用条件とともに配付されているFreeBSDの一部が含まれています。
@(#)COPYRIGHT 8.2 (Berkeley) 3/21/94

All of the documentation and software included in the 4.4BSD and 4.4BSD-Lite Releases is copyrighted by The Regents of the University of California.

Copyright 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994 The Regents of the University of California. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software must display the following acknowledgement: This product includes software developed by the University of California, Berkeley and its contributors.
4. Neither the name of the University nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers and the American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems have given us permission to reprint portions of their documentation.

In the following statement, the phrase "this text" refers to portions of the system documentation.

Portions of this text are reprinted and reproduced in electronic form in the second BSD Networking Software Release, from IEEE Std 1003.1-1988, IEEE Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments (POSIX), copyright C 1988 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. In the event of any discrepancy between these versions and the original IEEE Standard, the original IEEE Standard is the referee document.

In the following statement, the phrase "This material" refers to portions of the system documentation.

This material is reproduced with permission from American National Standards Committee X3, on Information Processing Systems. Computer and Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), 311 First St., NW, Suite 500, Washington, DC 20001-2178. The developmental work of Programming Language C was completed by the X3J11 Technical Committee.

The views and conclusions contained in the software and documentation are those of the authors and should not be interpreted as representing official policies, either expressed or implied, of the Regents of the University of California.

本製品には、カリフォルニア大学バークレイ校において開発されたソフトウェアが含まれています。

Copyright © 1989 Regents of the University of California. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms are permitted provided that the above copyright notice and this paragraph are duplicated in all such forms and that any documentation, advertising materials, and other materials related to such distribution and use acknowledge that the software was developed by the University of California, Berkeley. The name of the University may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.
THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTIBILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

本製品には、WIDEのKAMEプロジェクトによって開発され、下記の使用条件とともに配付されているソフトウェアが含まれています。

Copyright © 1995,1996,1997,and 1998 WIDE Project.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. Neither the name of the project nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE REGENTS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE REGENTS OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

本製品には、スタンフォード大学よって開発され、下記の使用条件とともに配布されている mrouted の一部が含まれています。

The mrouted program is covered by the following license. Use of the mrouted program represents acceptance of these terms and conditions.

1. STANFORD grants to LICENSEE a nonexclusive and nontransferable license to use, copy and modify the computer software "mrouted" (hereinafter called the "Program"), upon the terms and conditions hereinafter set out and until Licensee discontinues use of the Licensed Program.
2. LICENSEE acknowledges that the Program is a research tool still in the development state, that it is being supplied "as is," without any accompanying services from STANFORD, and that this license is entered into in order to encourage scientific collaboration aimed at further development and application of the Program.
3. LICENSEE may copy the Program and may sublicense others to use object code copies of the Program or any derivative version of the Program. All copies must contain all copyright and other proprietary notices found in the Program as provided by STANFORD. Title to copyright to the Program remains with STANFORD.
4. LICENSEE may create derivative versions of the Program. LICENSEE hereby grants STANFORD a royalty-free license to use, copy, modify, distribute and sublicense any such derivative works. At the time LICENSEE provides a copy of a derivative version of the Program to a third party, LICENSEE shall provide STANFORD with one copy of the source code of the derivative version at no charge to STANFORD.
5. STANFORD MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED.By way of example, but not limitation, STANFORD MAKES NO REPRESENTATION OR WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF THE LICENSED PROGRAM WILL NOT INFRINGE ANY PATENTS,COPYRIGHTS, TRADEMARKS OR OTHER RIGHTS. STANFORD shall not be held liable for any liability nor for any direct, indirect or consequential damages with respect to any claim by LICENSEE or any third party on account of or arising from this Agreement or use of the Program.
6. This agreement shall be construed, interpreted and applied in accordance with the State of California and any legal action arising out of this Agreement or use of the Program shall be filed in a court in the State of California.
7. Nothing in this Agreement shall be construed as conferring rights to use in advertising, publicity or otherwise any trademark or the name of "Stanford".
The mrouted program is COPYRIGHT 1989 by The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University.

本製品には、南カリフォルニア大学およびそのコントリビュータによって開発され、下記の使用条件とともに配布されている pimd の一部が含まれています。

Copyright (c) 1998-2001
University of Southern California/Information Sciences Institute.All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. Neither the name of the project nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE PROJECT AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE PROJECT OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED

AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

$Id: LICENSE,v 1.5 2001/09/10 20:31:36 pavlin Exp $
Part of this program has been derived from mrouted.
The mrouted program is covered by the license in the accompanying file named "LICENSE.mrouted".

The mrouted program is COPYRIGHT 1989 by The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University.

本製品には、オレゴン大学によって開発され、下記の使用条件とともに配布されている pimdd の一部が含まれています。

Copyright (c) 1998 by the University of Oregon.All rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation in source and binary forms for lawful purposes and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both the copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that any documentation, advertising materials,and other materials related to such distribution and use acknowledge that the software was developed by the University of Oregon.The name of the University of Oregon may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THE UNIVERSITY OF OREGON DOES NOT MAKE ANY REPRESENTATIONS ABOUT THE SUITABILITY OF THIS SOFTWARE FOR ANY PURPOSE. THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES,INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, TITLE, AND NON-INFRINGEMENT.

IN NO EVENT SHALL UO, OR ANY OTHER CONTRIBUTOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, WHETHER IN CONTRACT,TORT, OR OTHER FORM OF ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH,THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Other copyrights might apply to parts of this software and are so noted when applicable.

Questions concerning this software should be directed to Kurt Windisch (kurtw@antc.uoregon.edu)

$Id: LICENSE,v 1.2 1998/05/29 21:58:19 kurtw Exp $

Part of this program has been derived from PIM sparse-mode pimd.
The pimd program is covered by the license in the accompanying file named "LICENSE.pimd".

The pimd program is COPYRIGHT 1998 by University of Southern California.

Part of this program has been derived from mrouted.

The mrouted program is covered by the license in the accompanying file named "LICENSE.mrouted".

The mrouted program is COPYRIGHT 1989 by The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University.

Copyright (c) 1998 by the University of Southern California.All rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation in source and binary forms for lawful purposes and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both the copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that any documentation, advertising materials,and other materials related to such distribution and use acknowledge that the software was developed by the University of Southern California and/or Information Sciences Institute.
The name of the University of Southern California may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THE UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA DOES NOT MAKE ANY REPRESENTATIONS ABOUT THE SUITABILITY OF THIS SOFTWARE FOR ANY PURPOSE. THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES,INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, TITLE, AND NON-INFRINGEMENT.

IN NO EVENT SHALL USC, OR ANY OTHER CONTRIBUTOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, WHETHER IN CONTRACT,TORT, OR OTHER FORM OF ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH,THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Other copyrights might apply to parts of this software and are so noted when applicable.

Questions concerning this software should be directed to Pavlin Ivanov Radoslavov (pavlin@catarina.usc.edu)

$Id: LICENSE.pimd,v 1.1 1998/05/29 21:58:20 kurtw Exp $

Part of this program has been derived from mrouted.
The mrouted program is covered by the license in the accompanying file named "LICENSE.mrouted".

The mrouted program is COPYRIGHT 1989 by The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University.

本製品には、RSA Data Security社が著作権を有しているMD5 Message-Digest Algorithmが含まれています。

Copyright (C) 1991-2, RSA Data Security, Inc. Created 1991. All rights reserved.

License to copy and use this software is granted provided that it is identified as the "RSA Data Security, Inc. MD5 Message-Digest Algorithm" in all material mentioning or referencing this software or this function.

License is also granted to make and use derivative works provided that such works are identified as "derived from the RSA Data Security, Inc. MD5 Message-Digest Algorithm" in all material mentioning or referencing the derived work.

RSA Data Security, Inc. makes no representations concerning either the merchantability of this software or the suitability of this software for any particular purpose. It is provided "as is" without express or implied warranty of any kind.

These notices must be retained in any copies of any part of this documentation and/or software.

本製品には、Eric Young氏 (eay@cryptsoft.com) によって記述された暗号ソフトウェアが含まれています。

Copyright (C) 1995-1998 Eric Young (eay@cryptsoft.com) All rights reserved.

This package is an SSL implementation written by Eric Young (eay@cryptsoft.com).
The implementation was written so as to conform with Netscapes SSL.

This library is free for commercial and non-commercial use as long as the following conditions are aheared to. The following conditions apply to all code found in this distribution, be it the RC4, RSA, lhash, DES, etc., code; not just the SSL code. The SSL documentation included with this distribution is covered by the same copyright terms except that the holder is Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com).

Copyright remains Eric Young's, and as such any Copyright notices in the code are not to be removed.If this package is used in a product, Eric Young should be given attribution as the author of the parts of the library used.This can be in the form of a textual message at program startup or in documentation (online or textual) provided with the package.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:
1. Redistributions of source code must retain the copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software must display the following acknowledgement:"This product includes cryptographic software written by Eric Young (eay@cryptsoft.com)" The word 'cryptographic' can be left out if the rouines from the library being used are not cryptographic related :-).
4. If you include any Windows specific code (or a derivative thereof) from the apps directory (application code) you must include an acknowledgement:"This product includes software written by Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com)"

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY ERIC YOUNG ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

本製品には、OpenSSLツールキットを使用するためにOpenSSL Project (http://www.OpenSSL.org/) によって開発されたソフトウェアが含まれています。

Copyright (c) 1999 The OpenSSL Project. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. All advertising materials mentioning features or use of this software must display the following acknowledgment: "This product includes software developed by the OpenSSL Project
for use in the OpenSSL Toolkit. (http://www.OpenSSL.org/)"
4. The names "OpenSSL Toolkit" and "OpenSSL Project" must not be used to endorse or promote products derived from this software without prior written permission. For written permission, please contact licensing@OpenSSL.org.
5. Products derived from this software may not be called "OpenSSL" nor may "OpenSSL" appear in their names without prior written permission of the OpenSSL Project.
6. Redistributions of any form whatsoever must retain the following acknowledgment: "This product includes software developed by the OpenSSL Project for use in the OpenSSL Toolkit (http://www.OpenSSL.org/)"

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE OpenSSL PROJECT ``AS IS'' AND ANY EXPRESSED OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE OpenSSL PROJECT OR ITS CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

第1章 ネットワーク設計概念

この章では、一般的なネットワークの設計概念について説明します。

1.1 ネットワーク設計概念 13
1.1.1 ネットワークの概念とルーティング 13
1.1.2 ルータ設定の概要 17

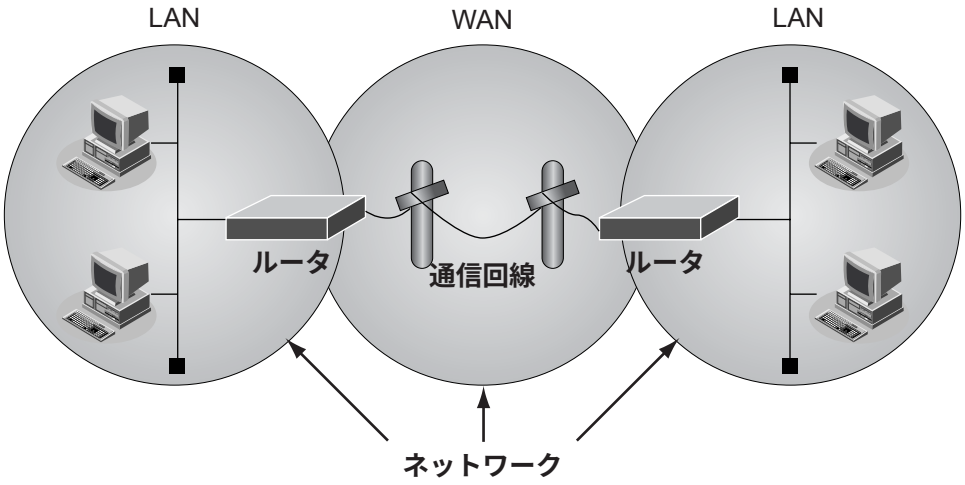
1.1　ネットワーク設計概念

ここでは、本装置を利用してネットワークを設計する際に留意しなくてはならないネットワークの概念と、本装置のネットワーク定義の考え方について説明します。

1.1.1　ネットワークの概念とルーティング

ネットワークの考え方

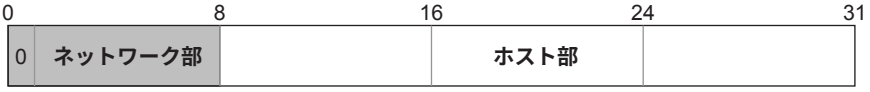
ネットワークとは、通信手段を備えたコンピュータどうしがなんらかの伝送媒体を介して接続した集合体のことです。たとえば、構築された１つのLANは、HUBやスイッチなどの装置によって１つのネットワークとなります。一般加入線や専用回線などを利用して遠隔地を接続しているWANと呼ばれる部分についても、同様に１つのネットワークとなります。また、広義の意味で、これら１つ１つのネットワークが接続された全体もネットワークとなります。



IPネットワーク

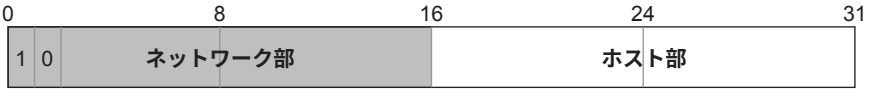
IPネットワークでは、接続されるすべてのコンピュータ（ホスト）やルータなどのネットワーク機器にそれぞれ唯一なIPアドレスを割り当てる必要があります。このIPアドレスは「ネットワーク部」と「ホスト部」から構成されます。

クラスA 各ネットワークにホストが多く存在し、ネットワーク数が少ない場合



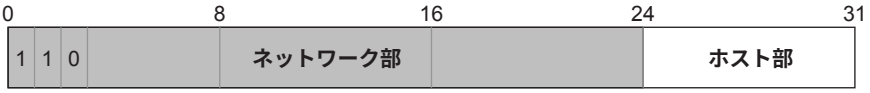
プライベートアドレス: 10.0.0.0〜10.255.255.255

クラスB ネットワーク、ホストともに多い場合



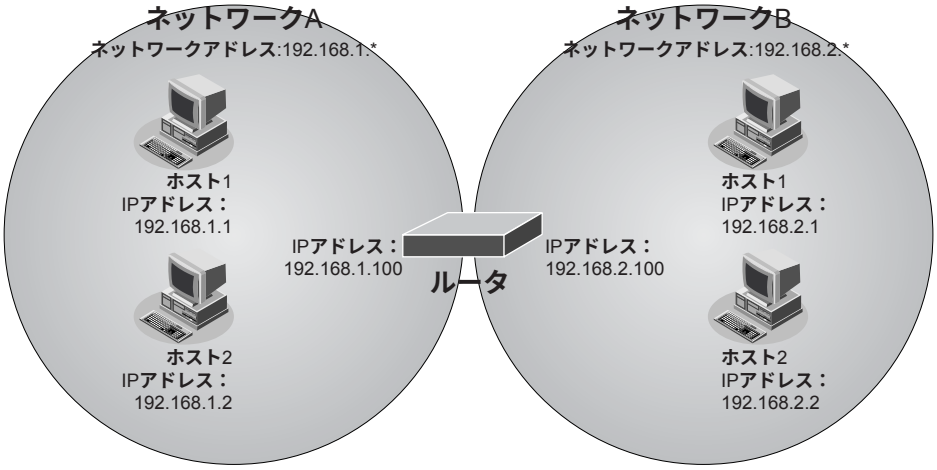
プライベートアドレス: 172.16.0.0〜172.31.255.255

クラスC ネットワークごとのホストが少なく、ネットワーク数が多い場合



プライベートアドレス: 192.168.0.0〜192.168.255.255

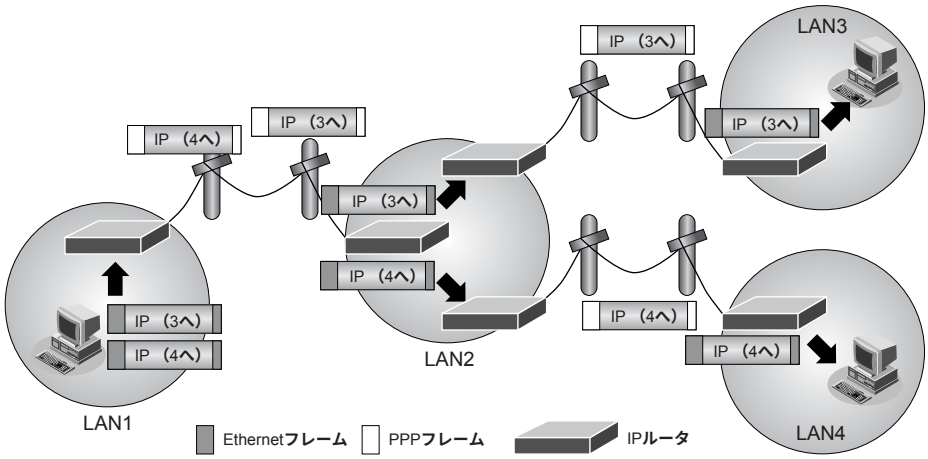
IPネットワークでの１つのネットワークとは、IPアドレスのネットワーク部が同じアドレスを持つ機器の集まりです。つまり、同じデータリンクに接続される機器にはすべて同じネットワークアドレスを設定しなければなりません。さらに、ほかのデータリンクとネットワークアドレスが重ならないように割り当てる必要があります。



以降、本書では、IPの同じネットワーク群のことを「ネットワーク」と言います。また、広義のネットワークについては「ネットワーク全体」と言います。

ネットワークとルータ

本装置は、ネットワークとネットワークを相互に接続するルータと呼ばれる装置です。ルータは、IPパケットと呼ばれる転送単位ごとにパケットに付加されているIPアドレスのネットワーク部の情報に従って通信します。ほかのネットワークあてのデータはデータを転送することにより、ネットワーク間での通信を実現しています。この動作をルーティング（経路制御）と言い、このときにどのネットワークがどこにあるのかを知るために必要な情報を経路情報と言います。ルータはあらかじめ作成された経路情報の集まりであるルーティングテーブル（経路制御表）によって動作します。ルーティングテーブルの作成方法には、2種類の方法があります。管理者があらかじめ装置ごとに設定しておくスタティックルーティングと、接続されているルータどうしで情報を交換しあって自動的に作成するダイナミックルーティングです。



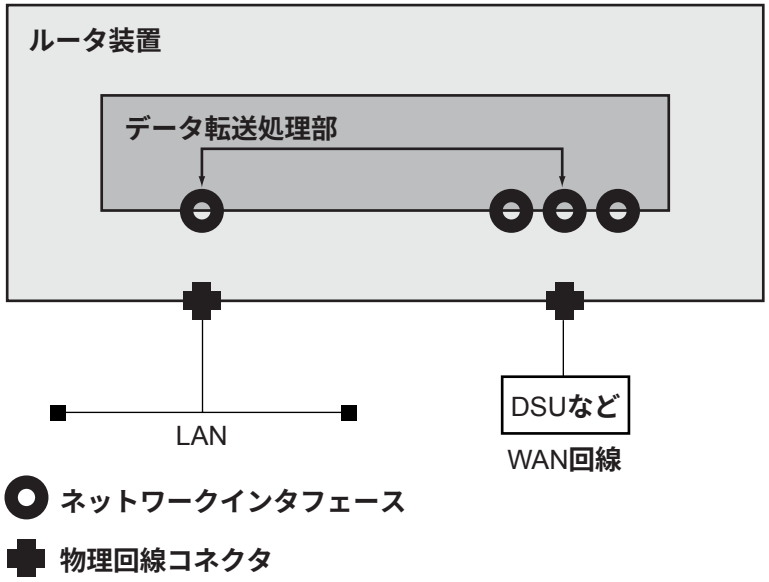
なお、本装置ではIP以外のパケットを転送する機能であるブリッジについてもサポートしています。IPアドレスを持たないIP以外のパケットは、Ethernetフレームの情報に従って適切な相手にデータを転送することができます。

ネットワークインタフェースの概念

ルータがデータを送信または受信する場合は、論理的な出入り口が必要となります。

この出入り口をネットワークインタフェースと言い、すべてのデータの送受信はネットワークインタフェースを通じて行われます。

基本的には、ネットワークインタフェースは物理回線と１対１に対応します。ただし、PPP 通信やトンネル通信などのように物理回線と等価に見える論理的な通信路もあるため、ネットワークインタフェースはパケット転送処理のための論理的な出入り口と考える必要があります。



ルーティングによる転送

ルーティングはネットワーク層プロトコルの情報によってデータの転送先を決定します。データ転送はパケットと呼ばれる通信単位ごとに転送先を選択し、転送先に対してデータを転送します。このとき、転送先を選択するための情報としてルーティングテーブル（経路制御表）を利用します。ルーティングテーブルとは「そのネットワークにデータを転送するためには、次にどの装置に対して転送したらよいか」を管理するテーブルです。ルーティングによる転送は、個々のパケットに含まれるあて先 IP アドレスを元に経路情報を検索し、その経路に従って送出先を決定します。決定される情報は、出口となるネットワークインタフェースと、経由すべき次装置のアドレス（これは存在しない場合もあります）となります。

例：192.168.2.1 あてのパケットを転送する場合

経路情報

あて先ネットワーク	次装置アドレス	出口インタフェース
192.168.1.0/24	–	lan0
192.168.2.0/24	192.168.1.2	lan0
:	:	:

この経路情報から、192.168.2.1 に到達するために出口となるネットワークインタフェースは lan0 であり、次装置は 192.168.1.2 であると判定されます。

この経路選択による出力先の選定は受信したデータに対してだけではなく、本装置が生成するデータについても同様に適用されます。つまり、経路情報が存在しないと装置からデータを送信することができません。このため、最低でも１つの経路情報を設定する必要があります。

ブリッジによる転送

もっとも簡単なブリッジによる転送の構造は、受信したデータをほかのすべてのネットワークインタフェースに対して送信するものです。しかし、これではトラフィックが膨大になるため、学習機能や制御プロトコルによって適切なネットワークインタフェースだけに転送することが一般的です。ルーティングと同じく、ここでもその出口ネットワークインタフェースの選定処理が行われます。

1.1.2　ルータ設定の概要

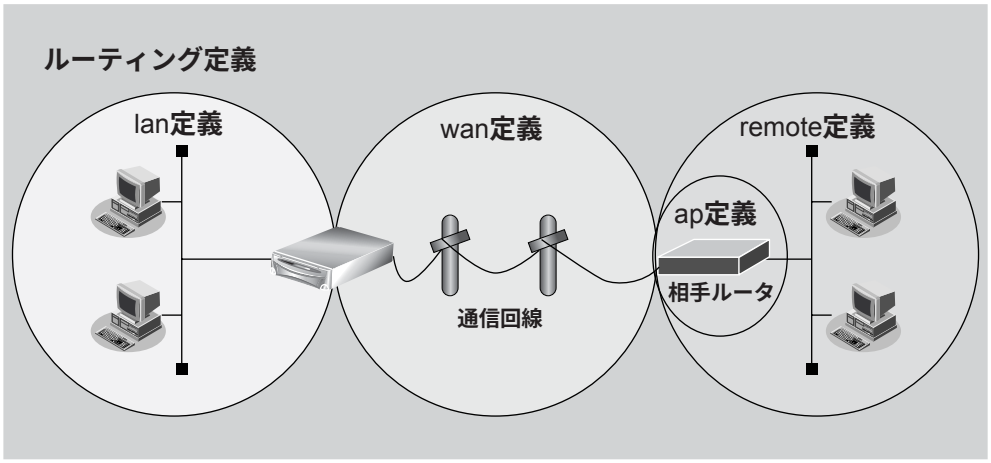
ネットワークと設定の関係

ルータに設定すべき情報としては、接続する回線に関する物理的な情報、接続するネットワークに関する論理的な情報、およびデータの振り分け条件である経路情報が必ず必要となります。また、ほかに装置固有の情報や、付加的なサービスの設定を必要に応じて行います。

本装置では、これらの情報の設定に関して、大きく以下のように分類しています。

- wan 定義
  本装置に接続する回線に関する物理的な情報を定義する命令群です。回線の種類や電話番号などの契約に関する情報を定義します。
- lan 定義
  本装置に接続する LAN に関する論理的な情報を定義する命令群です。LAN のアドレスやネットワークの情報などを定義します。また、DHCP などの LAN に固有のサービスに関しても lan 定義によって定義します。
- remote 定義
  本装置が wan 回線を通じて通信を行う相手に関する論理的なネットワーク情報を定義する命令群です。PPP に関する情報や相手ネットワークの接続先に関する情報などを定義します。
- answer 定義
  本装置が発信者番号で特定できない相手から接続される場合の情報を定義する命令群です。発信者番号チェックを行わない remote 定義の中から PPP 認証が一致する remote 定義を検索して着信を行います。アナログモデムで着信を行う場合など必要に応じて定義します。
- template 定義
  本装置が remote 定義や answer 定義を使わずに、着信情報のひな形である template 定義と認証情報などの個別情報をもつ AAA 定義とを用いて、不特定相手着信や多数の接続相手を受け付けるなど、リモートアクセスサーバを実現する場合に定義します。
- acl 定義
  acl 定義を用いると、IP アドレス、プロトコル番号およびポート番号などのパケットパターンを一元管理できます。acl 定義は以下の各機能から参照して利用できます。
  - IP フィルタ（IPv4/IPv6）
  - 帯域制御（WFQ）（IPv4/IPv6）
  - TOS/Traffic Class 書き換え（IPv4/IPv6）
  - EXP 書き換え（IPv4/IPv6）
  - CLP 値設定（IPv4/IPv6）
  - 動的 VPN 機能（remote 定義）
- その他の定義
  装置固有の情報や付加サービスの情報を必要に応じて定義する命令群です。ネットワーク管理に関する情報や時刻情報などの定義があります。

各定義の分類と、実際のネットワークの対応を以下に示します。



ネットワークインタフェースの定義

データ転送時の出口となるネットワークインタフェースには、その特性や接続されている回線によっていくつかの種別があります。

以下に、ネットワークインタフェースの種別について説明します。

- lo
  ループバックインタフェース
  装置の内部プログラムで折り返し通信を行う場合に利用されます。外部から利用することはありません。
- lan
  Ethernet インタフェース
  Ethernet を利用して通信する場合に利用するネットワークインタフェースです。lan 定義によって設定されます。
- rmt
  設定済み相手用通信インタフェース
  ISDN ／専用線／フレームリレー／ ATM ／ PPPoE などの回線を利用して通信する場合、または IP トンネルや IPsec トンネルを利用して通信する場合に、定義された相手システムとの通信に利用されるネットワークインタフェースです。remote 定義によって設定されます。

これらのインタフェース種別にインタフェース番号を付与したものがネットワークインタフェース名となります。

例：lo0,lan0,lan1,rmt0,rmt1,...

lan および rmt のネットワークインタフェースはそれぞれ lan 定義、remote 定義によって設定されます。lan 定義、remote 定義の定義番号とネットワークインタフェースのインタフェース番号は 1 対 1 に対応します。lo は装置が自動設定するので、設定項目はありません。

経路情報の定義

経路情報は最終的に出口となるネットワークインタフェースを決定するために必要な情報を定義するものです。本装置では出口インタフェースに対応する定義内で経路情報を設定します。たとえば、lan0 から出力するための経路情報は lan0 内の定義に、rmt0 から出力するための経路情報は remote0 内の定義に分けて設定します。

高度な転送先選定定義

本来のIPルーティングでの送信先選定のルールでは、出力先インタフェースまでしか選定されません。このため、通常のIPルーティングでは、１つの経路によって決定される接続先は１つしか利用することができません。しかし、本装置では相手ネットワークの定義であるremote定義の配下に、実際の接続先設定となるap定義を複数定義することができます。

これは、経路情報によって決定された出力先のremote定義の範囲で、送信データ内のあて先IPアドレス以外の情報を経路情報の代わりに利用して、さらに送信先を分別するマルチルーティングという機能を利用して実現しています。たとえば、インターネットと通信するためにはデフォルトルートという経路情報が必要ですが、１つのremote定義でデフォルトルートを設定した場合、ほかのremote定義はデフォルトルートを設定できません。このため、通常のIPルーティングの機構では、必要に応じて、remote定義だけでISPを切り替えるということはできません。本装置のマルチルーティングは、ルーティング機構では参照されない情報を利用して、決定されたremote定義の範囲内で、さらに細分化された送信先を選定します。

本装置のマルチルーティング機能については、以下を参照してください。

参照 「2.12 マルチルーティング（ポリシールーティング）機能」（P.53）

第２章　機能概要

この章では、本装置の主な機能の概要を説明します。

2.1 IPv6機能 22
2.2 IP経路制御機能 24
2.2.1 IP経路情報の種類 24
2.2.2 IP経路情報の管理 25
2.2.3 インタフェースの障害検出による経路制御機能 27
2.2.4 スタティックルーティング機能 27
2.2.5 ダイナミックルーティング機能 28
2.3 RIP機能 29
2.4 BGP4機能 31
2.5 OSPF機能 34
2.6 IPv6 RIP機能 36
2.7 MPLS機能 38
2.7.1 MPLSを使用したレイヤ2VPN（EoMPLS） 40
2.7.2 MPLSを使用したレイヤ3VPN（BGP/MPLS VPN） 42
2.8 マルチリンク機能 45
2.9 マルチキャスト機能 46
2.9.1 PIM-DM 47
2.9.2 PIM-SM 47
2.10 VLAN機能 49
2.11 IPフィルタリング機能 50
2.11.1 動的フィルタリング（SPI） 52
2.12 マルチルーティング（ポリシールーティング）機能 53
2.12.1 通常のIPルーティングとマルチルーティングの関係 54
2.12.2 利用するap定義の選定方法 54
2.12.3 マルチルーティング機能の応用 57
2.13 IPsec機能 59
2.13.1 動的VPN機能 64
2.14 マルチNAT機能 68
2.14.1 NAT機能の選択基準 71
2.15 VoIP NATトラバーサル機能 72
2.16 TOS/Traffic Class値書き換え機能 75

2.17 VLANプライオリティマッピング機能 77
2.18 シェーピング機能 78
2.19 帯域制御（WFQ）機能 79
2.19.1 トラフィックがあるストリーム数によるバンド幅の変動 80
2.20 DHCP機能 82
2.20.1 IPv4 DHCP機能 82
2.20.2 IPv6 DHCP機能 84
2.21 DNSサーバ機能 86
2.21.1 DNSサーバ（スタティック）機能 86
2.21.2 ProxyDNS（DNS振り分け）機能 86
2.22 SNMP機能 88
2.23 ECMP機能 89
2.23.1 通信パス選択方法 90
2.23.2 通信バックアップ機能 91
2.24 VRRP機能 92
2.24.1 簡易ホットスタンバイ機能 92
2.24.2 クラスタリング機能 94
2.25 ブリッジ機能 97
2.25.1 ブリッジグルーピング機能 97
2.25.2 IPフレームの転送方式の選択機能 98
2.25.3 スパニングツリー機能 100
2.26 通信バックアップ機能 112
2.26.1 通信障害の検出機能 113
2.26.2 検出された通信障害に対する通信パス迂回機能 117
2.26.3 ISDN接続を契機とした通信バックアップ 120
2.27 テンプレート着信機能 123
2.28 RADIUS機能 125
2.28.1 RADIUSクライアント機能 125
2.28.2 RADIUSサーバ機能 125
2.29 SSHサーバ機能 129
2.29.1 SSHクライアントソフトウェア 131
2.30 ATMサービスタイプ 132

2.1　IPv6 機能

適用機種　全機種

IPv6 とは、現在、主に利用されている IP（IPv4）を置き換えるための次世代インターネットプロトコルです。本装置では、IPv4 パケットだけでなく IPv6 パケットも転送することができます。

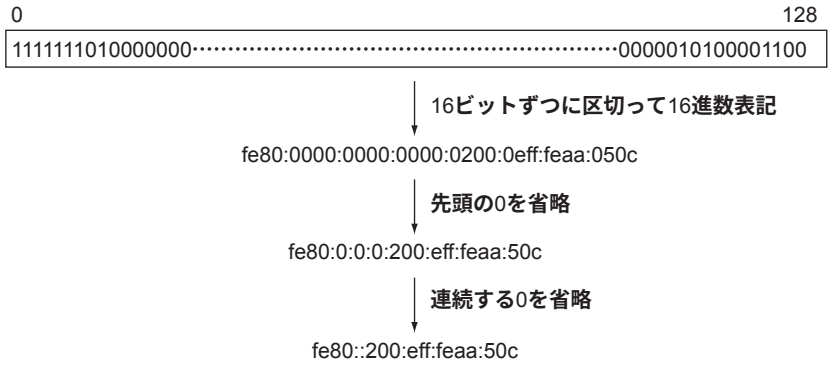
本装置がサポートしている IPv6 機能は、以下のとおりです。

- 静的または動的な経路設定
- Router Advertisement Message によるホストのアドレスの自動設定
- パケットフィルタリング
- IPv6 over IPv4 トンネル

IPv6 アドレスの表記方法

128 ビットの IPv6 アドレスを表記する場合は、そのアドレスを「:」（コロン）で 16 ビットずつに区切って、その内容を 16 進数で記述します。個々の 16 進数の値について先頭の 0 は省略することができます。連続して 0 が続く場合は、1 つの IPv6 アドレスの表記で 1 回限り「::」で省略することができます。

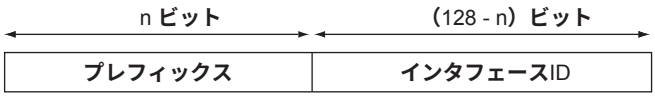
例を以下に示します。



IPv6 アドレス体系

IPv6 アドレスは、IPv4 アドレスがネットワーク部とホスト部に分離することができるように、プレフィックスとインタフェース ID に分離することができます。一般的には、プレフィックスのビット長（プレフィックス長）は 64 ビットで利用されます。

プレフィックス長を含めてアドレス表記をする場合は、プレフィックス長はアドレスの後ろに「/」で区切って付与します。



IPv6 で利用することができるアドレスは、IPv4 と同様に、先頭のビット数によって利用方法が決められています。本装置で利用できるアドレスは以下のようなものがあります。

- Global Unicast Addresses
  通常利用するアドレスです。一般的には、契約した ISP から割り当てられます。

- Link-Local Unicast Addresses（fe80::/64）
  link 内（ルータを介さないで通信できる範囲）だけで有効な特別なアドレスです。このアドレスは先頭の 10 ビットが 1111 1110 10 で始まります。通常は 11 ビット目から 64 ビット目まではすべて 0 となります。
- Multicast Addresses
  マルチキャストアドレスです。先頭の 8 ビットが 1111 1111 となります。

静的または動的な経路設定

IPv6 のネットワークとルーティングの概念は、IPv4 の場合とほぼ同じです。装置が持つ経路情報に従って転送先を決定します。この経路情報を装置に持たせる方法として、静的な経路設定（スタティックルーティング）と動的な経路設定（ダイナミックルーティング）があります。

スタティックルーティングとは、経路情報を構成定義として設定し、利用します。この経路情報は構成定義を変更しない限り変更されることはありません。

ダイナミックルーティングとは、ルーティングプロトコルを利用する通信によって、ネットワーク上のほかのノードから経路情報を学習して利用します。本装置ではルーティングプロトコルとして IPv6 RIP をサポートしています。

Router Advertisement Message によるホストのアドレスの自動設定

本装置では、Router Advertisement Message の機能をサポートしています。Router Advertisement Message には、そのネットワークで利用するプレフィックスの情報が含まれています。このメッセージを受信したホストは、その情報を利用して、自身の IPv6 アドレスを自動的に設定します。

パケットフィルタリング

本装置では、特定の IPv6 パケットの通過を許可／禁止するためのパケットフィルタリング機能があります。

IPv6 over IPv4 トンネル

IPv6 over IPv4 トンネルとは、IPv6 パケットを IPv4 パケットでカプセル化して通信する方法です。これにより、IPv4 だけを中継することができるルータ／ネットワークを経由して IPv6 通信を行うことができます。

IPv6 over IPv4 トンネルを利用する場合は、カプセル化された IPv4 パケットのフラグメントを防ぐため、トンネルに利用する相手情報の MTU に 1280 を設定してください。

こんな事に気をつけて

本装置では、ファームウェアの更新や SNMP での監視などの目的で IPv4 のアドレスを使用します。そのため、IPv4 のアドレスを設定しないで運用することはできません。IPv6 およびブリッジだけを使用しているネットワークで運用する場合でも、どれかのインタフェースに必ず IPv4 のアドレスを設定してください。

2.2　IP 経路制御機能

適用機種　全機種

IP 経路情報は、ルーティングテーブルで管理され、IP パケットの転送先の判断に使用します。

IP 経路情報は、以下の機能で制御します。

- インタフェースの障害検出による経路制御機能
- スタティックルーティング機能
- ダイナミックルーティング機能

ここでは、IP 経路情報の種類、管理方法および IP 経路情報を制御する機能について説明します。

2.2.1　IP 経路情報の種類

IP 経路情報は、以下に示す情報で分類されます。

- インタフェース経路（IPv4）
  ネットワークインタフェース（lan、lo、rmt）に割り当てた IPv4 ネットワークまたは IPv4 アドレスを示します。lo と rmt に割り当てた IPv4 アドレスは、ホストルート（32 ビットネットワークマスク）として管理されます。また、rmt は、自側と相手側の 2 つのホストルートとして管理されます。
- インタフェース経路（IPv6）
  ネットワークインタフェース（lan、rmt）に割り当てた IPv6 プレフィックスを示します。
- スタティック経路
  構成定義として設定し、装置に保持される経路情報を示します。
- RIP 経路
  RIPv1 および v2 によって受信した経路情報を示します。
- BGP4 経路
  BGP4 によって受信した経路情報を示します。
- OSPF 経路
  OSPFv2 によって受信したリンク情報をもとに作成する最短経路（ショートパス）を示します。
- DNS 経路（IPv4/IPv6）
  DNS サーバにより解決したホストルートを示します。
- IKE 経路（IPv4/IPv6）
  動的 VPN 接続で情報交換された相手 IKE セッションの経路情報を示します。
- RIP 経路（IPv6）
  RIP（IPv6）によって受信した経路情報を示します。
- DHCP 経路（IPv6）
  DHCPv6 サーバ機能を使用し、クライアントにプレフィックスを配布する場合、クライアント側ネットワークと通信するために自動生成する経路情報を示します。

IP 経路情報は、次に示す優先度値で管理されます。

IP 経路情報	優先度値
インタフェース経路	0（固定）
スタティック経路	0（変更可）
RIP 経路（IPv4/IPv6）	120（変更可）
BGP4 経路（EBGP）	20（変更可）
BGP4 経路（IBGP）	200（変更可）
OSPF 経路	110（変更可）
DNS 経路（IPv4/IPv6）	15（変更可）
IKE 経路（IPv4/IPv6）	1（固定）
DHCP 経路（IPv6）	10（変更可）

2.2.2　IP 経路情報の管理

IP 経路情報は、ルーティングプロトコルの経路テーブルとルーティングテーブルで管理されます。

以下に、2 つのテーブルについて説明します。

ルーティングプロトコルの経路テーブル

ルーティングプロトコルでは、以下のテーブルで IP 経路情報を管理します。各テーブルには、最大エントリ数を規定しています。最大エントリ数を超えた IP 経路情報は破棄されます。

☛参照　Si-R シリーズ　仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.35）

- RIP テーブル
  RIP で使用する経路テーブルを示し、以下のものを含みます。
  - RIP で受信した経路情報
  - RIP に再配布した経路情報

  インタフェース経路を除いた経路情報をエントリ数として管理します。
- BGP4 テーブル
  BGP4 で使用する経路テーブルを示し、以下のものを含みます。
  - EBGP/IBGP で受信した経路情報
  - BGP に再配布した経路情報

  BGP ネットワーク経路、BGP 集約機能で生成された経路情報、および BGP/MPLS VPN の IBGP 受信経路を除いた経路情報をエントリ数として管理します。

こんな事に気をつけて

BGP セッションを 10 セッションを超えて使用する場合、BGP エントリ数の最大値が、運用中のエントリ数と Established 状態のセッション数により動的に変更されます。
動的なエントリ数の最大値は、以下のとおりです。
最大エントリ数 = 6000 - （4000 × Established **状態のセッション数** - 10）÷ 190

- VRF テーブル
  BGP/MPLS VPN で使用する経路テーブルを示し、以下のものを含みます。
  - IBGP で受信した経路情報（VPNv4）
  - IBGP に再配布した VPN 用スタティック経路
- OSPF リンクステートデータベース（LSDB）
  OSPF で使用するリンク情報を保存するデータベースを示し、以下のものを含みます。
  - OSPF で受信した LSA 情報
  - OSPF に再配布した経路情報

  再配布した経路情報も LSA で管理され、LSA 数として最大保有数を規定します。
- RIP（IPv6）テーブル
  RIP（IPv6）で使用する経路テーブルを示し、以下のものを含みます。
  - RIP（IPv6）で受信した経路情報
  - RIP（IPv6）に再配布した経路情報

  RIP 集約経路およびインタフェース経路を除いた経路情報をエントリ数として管理します。

ルーティングテーブル

ルーティングテーブルは、IP 経路情報の中から選択した優先経路（ベストパス）で構成されます。また、ルーティングテーブルで管理する IP 経路情報の中で、インタフェース経路を除いたものをルーティングエントリ数として管理します。
ルーティングエントリは、装置ごとに最大エントリ数を規定し、最大エントリ数を超えた経路情報は破棄されます。
なお、IPv4 と IPv6 では別々に管理されます。

☛ 参照 Si-R シリーズ　仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.35）

こんな事に気をつけて

ルーティングプロトコルの経路テーブルで、最大エントリ数を超えた経路情報は破棄され、エントリ数を超えたことを示すシステムログ情報が記録されます。このとき、装置の再起動を行わないと反映されないことがあります。必要な経路情報の有無を確認のうえ、装置の再起動などの対処を行ってください。
たとえば、スタティック経路を追加設定した際に経路テーブルオーバが発生した場合は、装置の再起動を行ってください。

2.2.3　インタフェースの障害検出による経路制御機能

インタフェースの障害検出（ハードウェアによる異常検出など）により、インタフェース経路情報をルーティングテーブルから削除することができます（インタフェース経路のフローティング機能）。このインタフェース経路の削除により、スタティックルーティング機能やダイナミックルーティング機能で作成される IP 経路情報（同じあて先の経路情報）への切り替えを行うことができます。インタフェース経路のフローティング機能が無効の場合、インタフェースの通信状態に関係なく、インタフェース経路はルーティングテーブルで常に有効な IP 経路情報と扱われます。

また、インタフェースの障害検出は、スタティックルーティング機能およびダイナミックルーティング機能で使用するインタフェースの異常として通知され、スタティックルーティング機能およびダイナミックルーティング機能の中で経路切り替えを行うことができます。

こんな事に気をつけて

本装置の初期設定では、インタフェース経路のフローティング機能は無効となっています。

2.2.4　スタティックルーティング機能

スタティック経路を使用し、以下の機能と組み合わせることにより、IP 経路情報を制御します。

また、優先度が同一値のスタティック経路を使用することにより、ECMP 機能で使用する IP 経路情報を作成できます。

☛ 参照 「2.23 ECMP 機能」（P.89）

- インタフェースの障害検出による経路制御機能
  インタフェースの障害検出により、該当インタフェースを出口とする優先度 1 以上のスタティック経路をルーティングテーブルから削除することができます。ただし、優先度 0 のスタティック経路を使用した場合は、インタフェースの障害に関係なく、常に有効な IP 経路情報として扱われ、ルーティングテーブルから削除されません。インタフェースの障害検出に連動して、優先度 0 のスタティック経路を削除する場合は、インタフェース経路のフローティング機能を有効に設定してください。
- 優先経路制御機能
  同じあて先の経路に対して、優先度（distance）によって、ルーティングテーブルに追加する IP 経路情報を選択することができます。優先度が小さいほど優先経路と扱われ、優先経路だけをルーティングテーブルに反映します。また、この優先経路が無効となった場合、次の優先経路に切り替えることができます。

こんな事に気をつけて

スタティック経路の設定で、優先度を省略時、優先度に 0 が設定されるため、優先経路として扱われます。

2.2.5　ダイナミックルーティング機能

ルーティングプロトコルが経路情報の送受信を行うことにより、IP 経路情報を制御します。
本装置のルーティングプロトコルとして RIP、BGP4、OSPF および IPv6 RIP をサポートします。

なお、OSPF では、ECMP 機能で使用する IP 経路情報を作成できます。

☛参照 「2.3 RIP 機能」（P.29）、「2.4 BGP4 機能」（P.31）、「2.5 OSPF 機能」（P.34）、「2.6 IPv6 RIP 機能」（P.36）、「2.23 ECMP 機能」（P.89）

また、以下の IP 経路制御機能をサポートしています。

- 経路再配布機能
  ルーティングテーブルに登録された IP 経路情報をルーティングプロトコルに取り込むことができます。本機能を使用することでルーティングプロトコルで受信した経路やスタティック経路などを異なるルーティングプロトコルで広報することができます。IPv4 経路情報から IPv6 経路情報、また、IPv6 経路情報から IPv4 経路情報への経路再配布はできません。
- インタフェースの障害検出による経路制御機能
  インタフェースの障害検出により、該当インタフェースを介して受信した経路情報をルーティングテーブルから削除できます。また、該当インタフェースを出口とする経路情報を再配布している場合、それらの経路情報が無効になったことを即座に広報することができます。
- 優先経路制御機能
  同じあて先の経路に対して、優先度（distance）によって経路を選択することができます。優先度が小さいほど優先経路として扱われ、優先経路だけをルーティングテーブルに反映します。また、この優先経路が無効となった場合、次の優先経路に切り替えることができます。IPv4 経路情報と IPv6 経路情報との間で、優先経路制御はできません。
- 経路フィルタリング機能
  RIP と BGP4 では、送受信する IP 経路情報に対してフィルタリングすることができます。
- 再配布フィルタリング
  IPv4 ルーティングでは、RIP、OSPF および BGP4 に取り込む IP 経路情報に対してフィルタリングすることができます。また、IPv6 ルーティングでは、IPv6 RIP に取り込む IP 経路情報に対してフィルタリングすることができます。このフィルタリングは、条件に一致した場合の動作として、“透過”または“遮断”を指定することができます。

⚠注意

ダイナミックルーティングで、WAN 側のホストルート（インタフェース経路）を広報する設定を行ったとき、経路情報の交換が正しく行われず、接続できない場合があります。特に、IP-VPN 網などに接続する場合は、接続・切断を繰り返すことがあります。このような環境では、インタフェース経路を広報しない設定を行うか、または WAN 側のホストルートに対し、経路フィルタリングを使用してください。

こんな事に気をつけて

- **IPv4 セカンダリアドレスが属するネットワーク上では、ルーティングプロトコルによる経路交換を行うことはできません。**
- **ダイナミックルーティングで利用するインタフェースは RIPv1/v2 を除き、IP アドレスを設定する必要があります。**

2.3　RIP 機能

適用機種　全機種

RIP（Routing Information Protocol）は、ルータ間で使用するダイナミックルーティングプロトコルです。RIP プロトコルを使用するルータ間で経路情報の交換を行い、パケットを転送する経路を制御します。各ルータは、あて先のネットワークに到達するために、いくつのルータを経由する（ホップ数）かという情報を保持します。また、該当するあて先に対してホップ数が一番少ない経路を使用してパケットを転送するという動作を行います。

RIP 機能を使用した場合、直接接続しているネットワークの各ルータに対して、定期的に自装置が保持している経路情報を広報します。起動直後は直接接続しているインタフェースの経路情報だけを広報しますが、ほかのルータから経路情報の通知を受けると、以降はその経路情報もあわせて広報するようになります。

本装置では定期的に経路情報を広報する時間間隔にゆらぎを持たせています。ルータが一斉に立ち上がった場合に、同じ時間間隔で経路情報を広報するとタイミングが集中し、ネットワークのトラフィックが圧迫されるためです。ゆらぎがあるとこのような事態を避けることができます。

初期値では、定期広報タイマ設定値の 50 ～ 150% の範囲でゆらぎます。このゆらぎの範囲は設定することができます。

RIP プロトコルを使用する場合は、ホップ数は 15 までに制限されます。そのため、この数を超えるような大規模なネットワークは構築することができません。また、短い間隔（初期値では 30 秒）ですべての経路情報を再広報するため、ネットワークが大規模になるほど広報処理によってネットワークのトラフィックが圧迫されます。したがって、RIP 機能は小規模なネットワークを構築する場合に使用してください。

本装置でサポートする RIP 機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC1058：Routing Information Protocol （RIP）
- RFC2453：RIP Version 2

本装置でサポートする RIP 機能

項目	サポート内容
RIP バージョン	バージョン 1、バージョン 2
unnumbered インタフェース	サポート
トリガードアップデート	サポート
スプリットホライズン	サポート（シンプルのみ）
認証	テキスト認証をサポート
RIP タイマ設定	以下のタイマ変更をサポート ・定期広報タイマ ・有効期限タイマ ・ガーベージタイマ
RIP への再配布	以下の経路情報の再配布をサポート ・インタフェース経路情報（ループバックインタフェースアドレスを含む） ・スタティック経路情報 ・BGP 経路情報 ・OSPF 経路情報 ・DNS 経路情報 経路情報種別ごとに、再配布するかどうかを指定できます。
RIP 経路の他プロトコルへの広報	BGP、OSPF での広報をサポート
マルチパス	同じあて先への経路情報最大 2 エントリまでの保持をサポート

項目	サポート内容
フィルタリング	以下をサポート ・経路情報単位での透過／遮断／メトリックの変更 ・特定の隣接ルータからの経路情報の透過／遮断
再配布フィルタリング	経路情報単位での透過／遮断をサポート

⚠注意

RIP 機能を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では RIP 機能は使用しないでください。

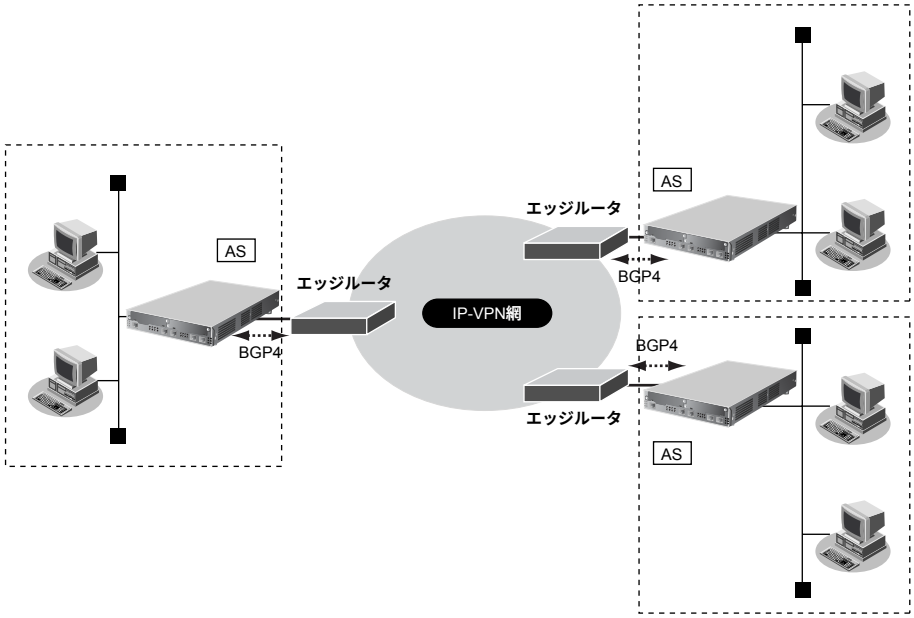
こんな事に気をつけて

- remote インタフェースで RIP 機能を使用した場合、自側と相手側に割り当てられたア IP ドレスを、ホスト経路として広報します。
- 本装置の初期設定では、インタフェース経路とスタティック経路を RIP 機能を使用して広報します。RIP 機能は定期的に保有するすべての経路情報を広報します。このため、大量のインタフェースが設定されていると、RIP は定期的に大量の RIP 広報パケットを送信し、通信トラフィックを圧迫する場合があります。インタフェース経路やスタティック経路が RIP で広報不要な場合は、インタフェース経路とスタティック経路の RIP への再配布を行わない設定に変更してください。なお、RIP 機能を使用するインタフェースに関しては、再配布の設定に関係なく必ず RIP で広報します。
- RIPv2 の経路集約は未サポートです。

2.4　BGP4 機能

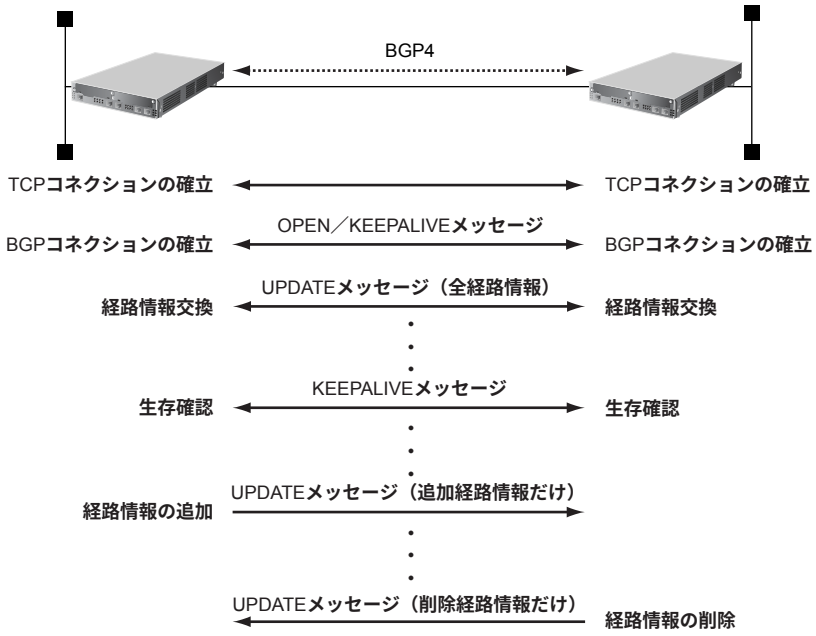
適用機種　全機種

BGP4（Border Gateway Protocol version4）機能とは、AS（自律システム：同じポリシに従って運用されているネットワークの単位）間で経路情報を交換するためのルーティングプロトコル機能です。BGP4 機能は、IP-VPN サービスで、信頼性の高いネットワーク構成を構築するために必要な機能です。



BGP4 のセッションには、EBGP（External BGP）と IBGP（Internal BGP）の 2 種類があります。
EBGP は AS 間で使用する BGP セッションで、IBGP は同じ AS 内で使用する BGP セッションです。

BGP4 は、TCP コネクションを確立し、TCP コネクション上に BGP コネクションを構築します。BGP コネクションは OPEN ／ KEEPALIVE メッセージを交換することにより確立します。BGP コネクションが確立すると、お互いの装置がすべての経路情報を UPDATE メッセージで交換し合います。そのあとで、経路情報に変更がない場合は、定期的に KEEPALIVE パケットで生存確認を行います。経路情報に追加がある場合は、UPDATE パケットで追加された経路情報だけを広報します。経路情報の削除がある場合は、UPDATE パケットで削除された経路情報だけを広報します。



本装置でサポートしている BGP4 機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC1771：A Border Gateway Protocol 4（BGP-4）

本装置でサポートする BGP 機能

項目	サポート内容
BGP バージョン	バージョン 4 だけをサポート
BGP セッション	EBGP、IBGP
EBGP マルチホップ	サポート
ルートリフレッシュ	受信だけをサポート
デフォルトルート広報	サポート
BGP への再配布	以下の経路情報の再配布をサポート ・インタフェース経路情報（ループバックインタフェースを含む） ・スタティック経路情報 ・RIP 経路情報 ・OSPF 経路情報 ・DNS 経路情報 経路情報種別ごとに、再配布するかどうかを指定できます。
BGP 経路の他プロトコルへの広報	RIP、OSPF での広報をサポート
フィルタリング	以下をサポート ・経路情報単位での透過／遮断 ・特定の AS からの経路情報の透過／遮断 ・経路情報単位での属性設定（MED メトリック値、AS パスプリペンド、 ローカル優先度）
再配布フィルタリング	以下をサポート ・経路情報単位での透過／遮断
経路集約	サポート

⚠注意

- **BGP4 機能を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、BGP4 機能を使用しないでください。**
- **BGP セッションで使用する WAN インタフェースのインタフェース経路（ホストルート）を BGP で広報した場合、BGP セッションの接続・切断を繰り返す場合があります。該当するインタフェース経路は BGP で広報しないように設定してください。該当しないインタフェース経路を BGP で広報する場合は、以下のどちらかを設定してください。**
  - **BGP にインタフェース経路を再配布しないで、広報するインタフェース経路を BGP ネットワークとして設定します。**
  - **BGP にインタフェース経路を再配布し、該当するインタフェース経路を BGP フィルタリングで送信を破棄するように設定します。**

こんな事に気をつけて

- BGP4 機能は IPv4 の場合だけ利用できます。IPv6 では使用できません。
- NAT 機能と併用することはできません。
- Si-R570 で BGP フルルート（最大エントリ数の拡張）を使用する場合は、以下のことに注意が必要です。
  - 拡張用 512M メモリモジュールが搭載されているときにだけ使用できます。
  - BGP セッションは、EBGP（マルチホップを除く）1 セッションだけ使用できます。
  - BGP への再配布機能、BGP 経路情報の RIP/OSPF/LDP への再配布機能、BGP/MPLS VPN 機能、 BGP MPLS 解決機能と併用して使用することはできません。

参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.5 BGP の経路を制御する（IPv4）」（P.104）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.5 BGP の経路を制御する（IPv4）」（P.242）

2.5　OSPF 機能

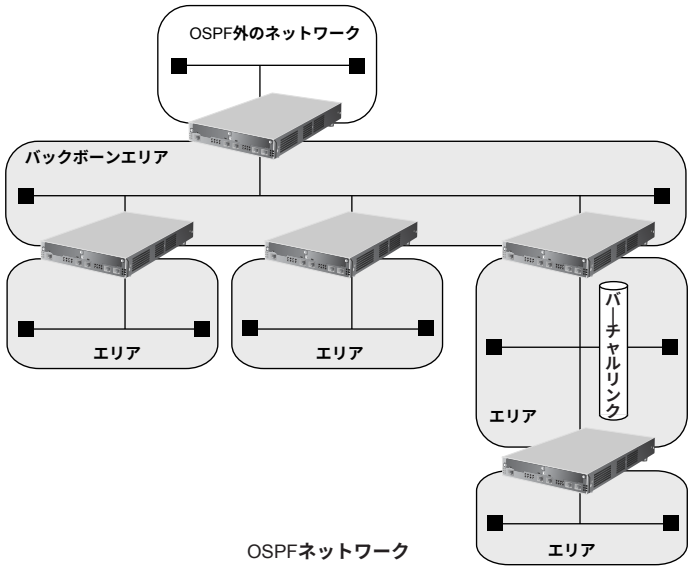
適用機種　全機種

OSPF（Open Shortest Path Fast）は、大規模ネットワークに適したルーティングプロトコルです。

OSPF はリンクステート方式を使用して、各ルータが自装置に接続されているリンクの状態やコストなどの情報を LSA（Link State Advertisement）として広報します。また、各ルータは、受信した LSA でネットワーク構成の情報をもつ LSDB（Link State Data Base）を作成することにより最適な経路を決定します。

OSPF では、ネットワーク全体をエリアという単位で分割して管理します。OSPF ネットワークは、1 つのバックボーンエリアとその他のエリアから構成されます。バックボーンエリアにその他のエリアを接続し、各エリア間の LSA の交換は、バックボーンエリアを経由して行われます。ただし、バックボーンエリアに直接接続できないエリアは、バーチャルリンクを使用することにより、ほかのエリアを経由して、バックボーンエリアに仮想的に接続することができます。

OSPF ネットワークは、OSPF 以外の経路情報を取り入れることができます。また、スタブエリア、準スタブエリアを設定して、OSPF 以外の経路情報数を削減することができます。



OSPF を使用するルータは、運用により以下のルータとして動作します。

- エリア境界ルータ（Area Border Router）
  エリア間に設置されたルータです。エリア間での LSA の交換を行います。エリア内の LSA は集約して広報することができます。
- AS 境界ルータ（AS Border Router）
  OSPF 以外の経路情報をエリア内に取り入れるルータです。OSPF 以外の経路情報を LSA に変換し、エリア内に広報します。OSPF 以外の経路情報を集約して広報することや、デフォルトルートを広報することができます。
- 内部ルータ（Internal Router）
  エリア内のルータです。自装置の OSPF を使用するインタフェースやコストの情報を広報します。
  マルチアクセスネットワーク（ポイント・ツー・ポイント以外のネットワーク）では、内部ルータを指定ルータ（Designated Router）として動作させる必要があります。指定ルータは、ほかのルータの代表として LSA の交換を行います。また、指定ルータのバックアップとして副指定ルータを動作させておくことができます。
- バックボーンルータ（Backbone Router）
  バックボーンエリアのルータです。機能は内部ルータと同じです。

本装置でサポートしている OSPF 機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC1587：The OSPF NSSA Option
- RFC2328：OSPF Version 2

本装置でサポートする OSPF 機能

項目	サポート内容
OSPF バージョン	バージョン 2 だけサポート
ルータ種別	バックボーンルータ、エリア境界ルータ、AS 境界ルータ、内部ルータをサポート
エリアタイプ	スタブエリア、準スタブエリアをサポート
バーチャルリンク	サポート
エリア境界ルータでの経路集約	サポート
AS 境界ルータでの経路集約	サポート
AS 境界ルータでのデフォルトルート広報	サポート（NSSA 内部の AS 境界ルータを除く）
Passive-Interface	サポート
認証	テキスト認証、MD5 認証をサポート
OSPF への再配布	以下の経路情報の再配布をサポート ・インタフェース経路情報（ループバックインタフェースを含む） ・スタティック経路情報 ・RIP 経路情報 ・BGP 経路情報 ・DNS 経路情報 経路情報種別ごとに、再配布するかどうかを指定できます。
OSPF 経路の他プロトコルへの広報	BGP、RIP での広報をサポート
ECMP 機能	サポート
再配布フィルタリング	以下のフィルタリングをサポート ・AS 境界ルータでの AS 外部経路に対する経路情報単位の透過／遮断 ・透過経路のメトリック値／メトリックタイプの変更

⚠注意

OSPF 機能を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、OSPF 機能は使用しないでください。

こんな事に気をつけて

- OSPF 機能は IPv4 の場合だけ利用できます。IPv6 では使用できません。
- NAT 機能と併用することはできません。
- OSPF を使用できるインタフェースには上限があります。OSPF を使用するインタフェースの合計が本装置の上限を超えないように設定する必要があります。

2.6　IPv6 RIP 機能

適用機種　全機種

IPv6 RIP（Routing Information Protocol）機能は、ダイナミックルーティングプロトコルの 1 つで、インテリアゲートウェイプロトコルとして、自律システム内での IPv6 経路情報を隣接ルータと交換する機能です。

本機能では、経路情報ごとにあて先へ到達するためのルータ経由数（ホップ数）をメトリックとして管理します。メトリックは、同じあて先への経路情報が複数ある場合に、どの経路情報を使用するかの判断で使用され、もっとも小さいメトリックの経路情報が使用されます。有効なメトリックの最大は 15 です。このため、15 台以上のルータを経由するような大規模ネットワークでは、IPv6 RIP 機能を使用できません。

本機能では、RIP テーブルに登録されている経路情報を定期的に広報します。定期的な広報は、定期広報タイマ 30 秒に ± 50% のゆらぎを加えた時間ごとに行われます。隣接ルータから受信した経路情報は、有効期限タイマ 180 秒の間、有効な経路情報として扱われ、ほかのネットワークにも広報されます。有効期限を過ぎた経路情報は、ガーベージ状態となり無効な経路情報として扱われ、ガーベージタイマ 120 秒の間、ほかのネットワークに無効を示すメトリック 16 の値で広報されます。

本装置でサポートしている IPv6 RIP 機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC2080 : RIPng for IPv6

本装置でサポートする IPv6 RIP 機能

項目	サポート内容
RIP バージョン	バージョン 1 をサポート
トリガードアップデート	サポート ただし、使用しないようにすることはできません。
スプリットホライズン	サポート（シンプルのみ） ただし、使用しないようにすることはできません。
RIP タイマ変更	以下のタイマ変更をサポート ・定期広報タイマ ・有効期限タイマ ・ガーベージタイマ 定期広報で使用するゆらぎ幅は変更できません。
RIP への再配布	以下の経路情報の再配布をサポート ・インタフェース経路情報 ・スタティック経路情報 ・DNS 経路情報 ・DHCP 経路情報 経路情報種別ごとに、再配布するかどうかを指定できます。
マルチパス	同じあて先への経路情報最大 2 エントリまでの保持をサポート
フィルタリング	以下のフィルタリングをサポート ・RIP 経路情報ごとの透過／遮断 ・透過となった経路情報のメトリックの変更
再配布フィルタリング	再配布経路情報ごとの透過／遮断をサポート
経路集約広報	サポート

⚠注意

IPv6 RIP 機能を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、IPv6 RIP 機能を使用しないでください。

こんな事に気をつけて

RIP への再配布機能で、インタフェース経路情報を RIP に再配布しないように設定しても RIP を使用するインタフェースのインタフェース経路情報は再配布されます。RIP を使用するインタフェースのインタフェース経路情報を RIP に再配布しない場合は、再配布フィルタで遮断するように設定してください。

2.7 MPLS機能

適用機種　全機種

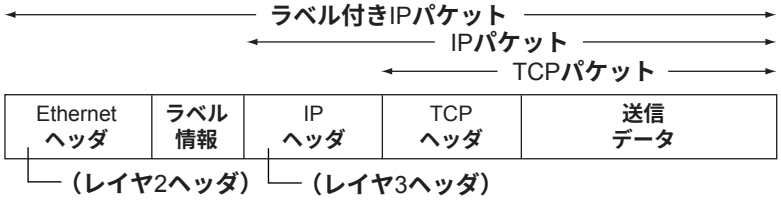
MPLS（Multiprotocol Label Switching）機能とは、パケット転送技術の1つです。パケットにラベルを付加し、ラベルに基づいてスイッチングを行うことができます。MPLSを構成するルータは、MPLS網の端でラベルを抜き差しするLER（Label Edge Router：MPLSエッジルータ）と、MPLS網の中でラベルだけを用いて転送するLSR（Label Switching Router：MPLSコアルータ）の2種類に大きく分けられます。本装置ではLERだけをサポートしています。

MPLS機能の特徴は、以下のとおりです。

- MPLSプロトコルの位置付け
  MPLSは、レイヤ3（ネットワーク層）とレイヤ2（データリンク層）の間に位置します。
- ラベル付けによる通信分離
  パケットにラベルを付加するため、1本の回線をラベルを識別子として多重化できます。異なるラベル値でカプセル化することにより、異なるネットワーク間で通信されるトラフィックが、通過途中に存在するほかのネットワークの影響を受けずに元のパケットを転送することが可能です。
- 固定長ラベル
  パケットをルーティングする場合は、経路を探索する際にプレフィックスの最長一致などの処理に時間がかかるが、MPLSでの転送の場合は、固定長のラベルだけを参照して転送先を決定するため、一般的にIPルーティングの場合よって高速に転送することができます。

ラベルなしのパケットに対して、適切なラベルを挿入してLSRに転送し、出口のLERでは、ラベルを取り除き、通常のパケットとして転送します。

ラベル付きEthernetフレームの例



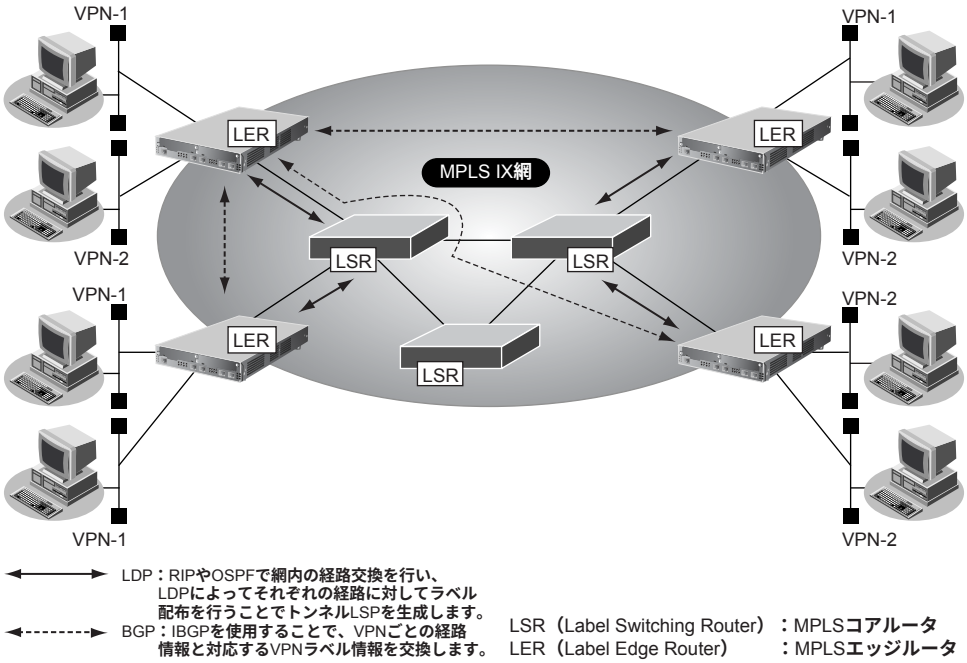
本装置では、MPLSのラベル配布プロトコルとしてLDP（Label Distribution Protocol）をサポートしています。LDPは、隣接LSRとLDPセッションを確立し、OSPFやRIPなどでやりとりされる経路情報を元にラベル生成を行い、メッセージ交換によりラベル配布を行うことでLSP（label Switching Path：トンネルラベルスイッチングパス）を構築するプロトコルです。

本装置のLDPでは、以下の動作モードに対応します。

- LDP配布制御方式
  - Independent Label Distribution Control
  - Ordered Label Distribution Control
- ラベル保持方式
  - Conservative Label Retention Mode
  - Liberal Label Retention Mode
- ラベル広報方式
  - Downstream Unsolicited
  - Downstream on Demand

MPLS を使用した広域分散網（MPLS IX）

本装置は、MPLS をユーザインタフェースとするデータ伝送サービスとの接続に対応します。



本装置では、ここで作成した LSP を仮想トンネルインタフェース（MPLS LSP トンネル）として利用することができます。MPLS 網内では、OSPF や RIP などのダイナミックルーティングプロトコルで経路情報が交換されます。MPLS 制御ルータ（LSR と LER）は、LDP を用いて、それぞれの経路情報にラベルを対応付けることで、ラベルで転送可能な LSP を構築します。

LER は各拠点の LER へのスタティックルートを設定するだけでよく、各拠点どうしの経路情報は BGP（Border Gateway Protocol）で交換されます。BGP のメッセージ交換は、TTL を 1 として通信することで、LSP が切れたとき BGP セッションも切断されるため、LSP の接続、切断と連動して経路情報の追加と削除ができます。

こんな事に気をつけて

- **隣接 LSR は、ダイナミックルーティングを用いて最適経路から決定することはできません。**MPLS LSP **の送出先の設定と** MPLS LSP **での次ホップのラベルスイッチルータの設定で静的に指定する必要があります。**
- MPLS LSP **トンネルでは、**IPv4**、**IPv6 **のプロトコルだけをサポートしています。ブリッジは使用できません。**MPLS LSP **トンネル上にさらにラベルをスタックできるのは、**BGP/MPLS VPN **機能だけです。**LDP over LDP **の形態はサポートしていません。**MPLS LSP **トンネルを使用するインタフェースでは、**MPLS **を利用しない設定にしてください。**
- MPLS LSP **トンネルで** IPv6 **通信を行う場合、2 層目のラベルスタックに** IPv6 Explicit NULL **ラベルを用いた多重スタックとなります。また、**MPLS TTL **伝達の設定で指定した値に関係なく、**TTL **の継承は行われません。**
- MPLS **通信で、優先制御機能、**EXP **値書き換え機能、およびシェーピング機能を利用する場合は、**MPLS LSP **トンネルを使用してください。**

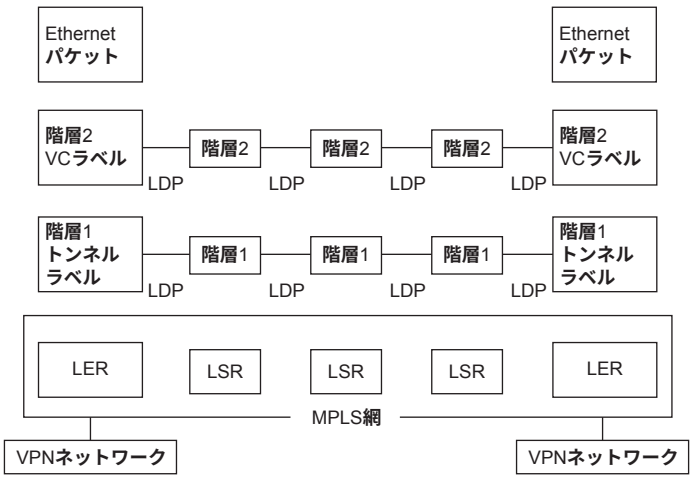
2.7.1　MPLS を使用したレイヤ 2VPN（EoMPLS）

EoMPLS（Ethernet over MPLS）とは、MPLS を使用したネットワーク上で、エンドユーザごとに 1 対 1 のレイヤ 2VPN を構築し、Ethernet フレームを転送することができます。VPN（Virtual Private Network）は、公衆ネットワーク上に仮想的なプライベートネットワーク（閉域網）を構築する技術です。

EoMPLS では、VC（Virtual Circuit）ID と呼ばれる識別子を使用して VPN ごとに区別されたレイヤ 2 ネットワークを構築します。EoMPLS は 2 階層ラベルを使用した MPLS 制御によって実現します。1 層目のラベル（トンネルラベル）は MPLS 網内のラベル転送時に使用します。2 階層目のラベル（VC ラベル）は、LDP によって交換され、同じ VPN の出口への転送時に使用します。

以下に EoMPLS の構成を示します。

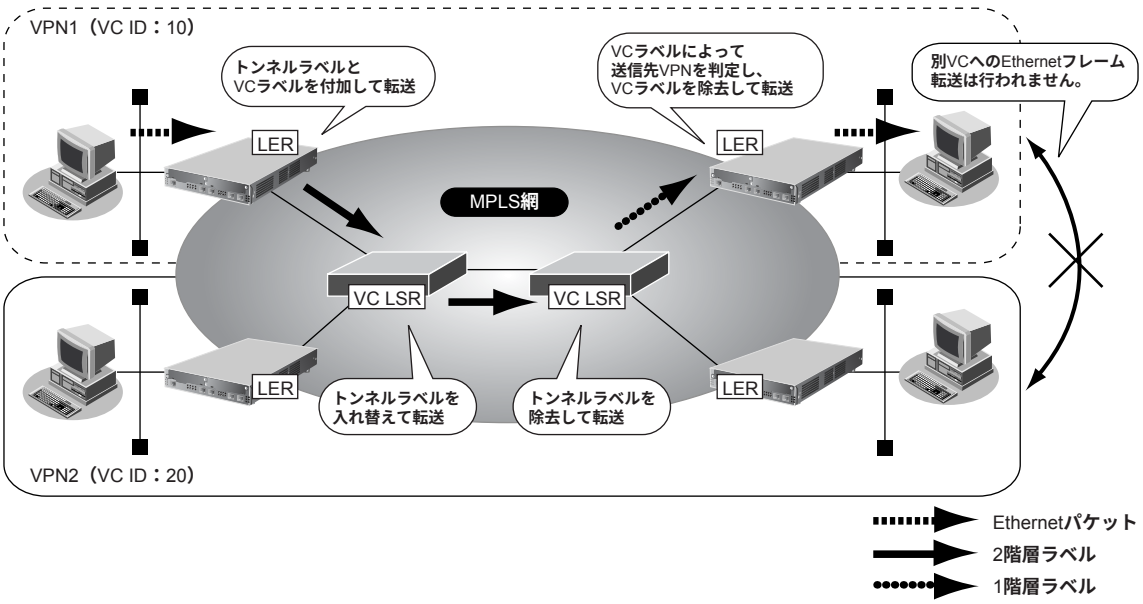
EoMPLS の構成



また、EoMPLS では、VC ID によってレイヤ 2 ネットワークを確立します。

VC ID に対して VC ラベルを割り当てることにより、同一 VC ID 間を L2 転送を開始することができます。異なる VC ID 間は、L2 転送を行うことはできません。

EoMPLS ネットワークでは、以下のように Ethernet フレームの転送が行われます。



VPN サイトから送信された Ethernet フレームは、入口の LER で、あて先を VC ラベルを付加します。次に、MPLS 網内をラベル転送するためのトンネルラベルを付加し、VC LSR へ転送します。MPLS 網内ではトンネルラベルだけを参照して、トンネルラベルを入れ替え（スワップ）ながら、ラベル転送を行います。PHP（Penultimate Hop Popping）機能によって、出口の 1 つ手前の MPLS 制御ルータでトンネルラベルを除去し、VC ラベル付きの Ethernet フレームが出口の LER に到着します。出口の LER では、LAN インタフェースに設定された VC ID とあて先のアドレスで VC インタフェースが決定され、VC ラベルを削除したあと、VPN サイトへ転送します。

こんな事に気をつけて

- **複数のインタフェースを同一の VC に含めることはできません。**
- **VC インタフェースでは、シェーピング機能、LAN ポートバックアップ機能および VLAN 機能を併用して動作させることができます。IP 機能、IPv6 機能、ブリッジ機能（MAC フィルタ機能を含む）、VRRP 機能は動作できません。**
- **EoMPLS 通信を行う場合は、MAC 学習や STP のサポートを行わないため、パケットのループが発生しないように構成してください。Ethernet フレームがループし続けて通信できなくなります。また、EoMPLS 通信を用いて冗長構成を行う場合も、LAN インタフェース側に、STP などを使用できるスイッチ装置を設置し、Ethernet フレームがループしないように設定してください。**
- **VLAN Tag が異なる VLAN インタフェースどうしで VC を構成し、LAN 側で STP を使用する場合は、VLAN Tag の値をそろえてください。**

☛ 参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.7 MPLS を使用したレイヤ 2VPN（EoMPLS）を構築する」（P.116）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.7 MPLS を使用したレイヤ 2VPN（EoMPLS）を構築する」（P.272）

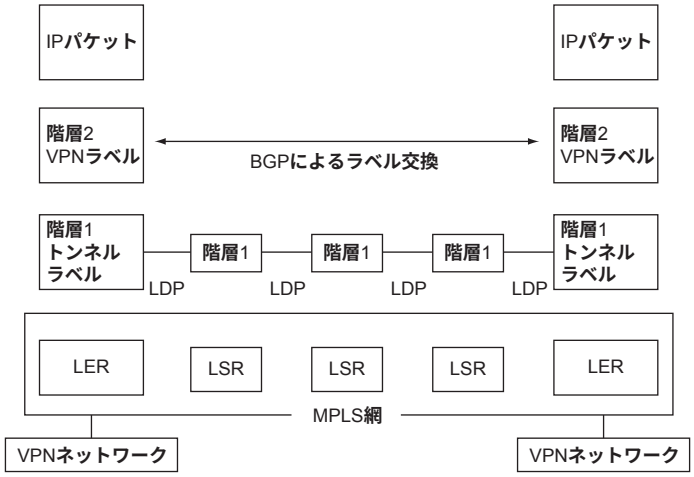
2.7.2　MPLS を使用したレイヤ 3VPN（BGP/MPLS VPN）

BGP/MPLS VPN は、本装置で、MPLS のしくみを応用して、IP ネットワーク上に仮想的なネットワークを構成することができます。

BGP/MPLS VPN は、RFC2547bis で定義され、2 階層ラベルを使用した MPLS 制御によって実現します。1 階層目のラベル（トンネルラベル）は LDP で交換され、MPLS 網内のラベル転送時に使用します。2 階層目のラベル（VPN ラベル）は、BGP によって交換され、同じ VPN グループの出口への転送時に使用します。

以下に BGP/MPLS VPN の構成とフレーム構成を示します。

BGP/MPLS VPN の構成



BGP/MPLS VPN のフレーム構成

トンネル ラベル	VPNラベル	IPv4パケット

また、BGP/MPLS VPN では、VPN を識別する RD（Route Distinguisher）と IPv4 アドレスを組み合わせた VPN-IPv4 アドレスを使用して、VPN ごとに区別されたネットワークを構築します。

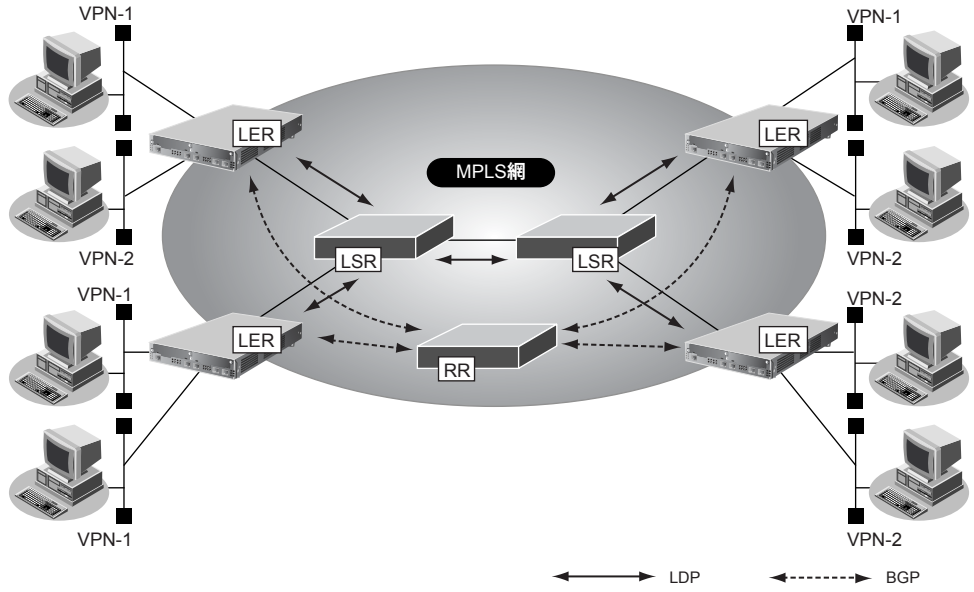
この VPN-IPv4 アドレスは、異なるルーティングテーブル（VRF：Virtual Routing Forwarding）で管理され、BGP によって経路情報が交換されます。

以下に VPN-IPv4 アドレスを示します。

TYPE値 （2バイト）	AS番号 （2バイト）	任意の番号 （4バイト）	IPv4アドレス

RD

BGP/MPLS VPN ネットワークで、それぞれのルータは、以下のように経路情報とラベル情報を交換します。



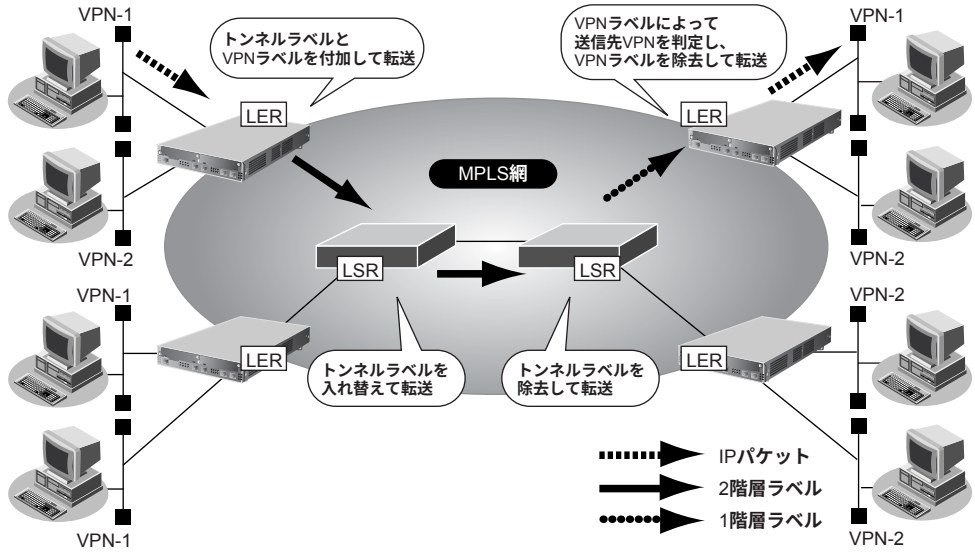
MPLS 網内では、OSPF や RIP などのダイナミックルーティングプロトコルで経路情報が交換されます。MPLS 制御ルータ（LSR と LER）は、LDP を用いて、それぞれの経路情報にラベルを対応付けることで、ラベルで転送可能な LSP を構築します。

それぞれの LER は、BGP を使用して、VPN 内の経路情報（VPN-1 および VPN-2）とその経路に対応する VPN ラベルを交換します。それによって、すべての LER で VPN 情報が交換されます。

なお、この BGP を使用した通信では、それぞれの LER がフルメッシュで経路情報を交換しないで、代表となる RR（ルートリフレクタ）とだけ経路情報を交換する方法が一般に使用されます。RR は、MPLS 網内に設置され、必要な VPN グループの情報だけを管理する BGP ルータです。RR を設置することで、それぞの LER が保有する経路情報を最小限に抑えることができます。

本装置は、RR に接続することで BGP/MPLS VPN をサポートします。

このように経路情報が交換されたネットワークでは、以下のようにパケット転送が行われます。



VPN サイトから送信されたパケットは、入口の LER で、あて先を VPN 経路から検索して、VPN ラベルを付加します。次に、MPLS 網内をラベル転送するためのトンネルラベルを付加し、LSR へ転送します。MPLS 網内ではトンネルラベルだけを参照して、トンネルラベルを入れ替え（スワップ）ながら、ラベル転送を行います。PHP（Penultimate Hop Popping）機能によって、出口の 1 つ手前の MPLS 制御ルータでトンネルラベルを除去し、VPN ラベル付きのパケットが出口の LER に到着します。出口の LER では、VPN ラベルによって出力先インタフェースが決定され、VPN ラベルを削除したあと、VPN サイトへ転送します。

本装置でサポートしている MPLS-VPN 機能は、以下の RFC（Request For Comments）および Internet-Draft に準拠しています。

- RFC 1771 Border Gateway Protocol version 4（BGP-4）
- RFC 2796 BGP Route Reflection -An Alternative to Full Mesh IBGP
- RFC 2842 Capabilities Advertisement with BGP-4
- RFC 2858 Multiprotocol Extensions for BGP-4（MP-BGP）
- Internet-Draft:Draft-ietf-ppvpn-rfc2547bis-00.txt
- RFC3031 Multiprotocol Label Switching Architecture
- RFC3032 MPLS Label Stack Encoding
- RFC3036 LDP Specification

⚠注意

MPLS、BGP、OSPF および RIP を使用する場合、定期的にパケットを送信します。このため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、BGP/MPLS VPN 機能は使用しないでください。

こんな事に気をつけて

- **BGP/MPLS VPN 機能は IPv4 の場合だけ利用できます。IPv6 では使用できません。**
- **BGP で接続できる相手は 1 セッションだけです。このため、ルートリフレクタと接続する必要があります。**
- **IP-VPN 接続と併用することはできません。**
- **BGP ネットワーク、BGP 集約経路および BGP フィルタリングの機能は使用できません。**
- **BGP/MPLS VPN 機能と NAT 機能を併用することはできません。**
- **サポートインタフェースは PRI（ISDN、HSD）、BRI（ISDN、HSD）、ATM、および LAN です。モデムやフレームリレーには対応していません。**
- **BGP/MPLS VPN で構成された VPN ネットワーク内では、EBGP、OSPF および RIP は使用できません。**
- **異なる VPN を収容する場合、VPN のインタフェースに設定した IP アドレスおよび属するネットワークアドレスを他 VPN インタフェースに設定できません。必ず異なるネットワークアドレスを設定してください。**
- **MPLS 網と接続するインタフェースで RIP を使用する場合、VPN で使用するインタフェース経路を RIP で広報します。MPLS への広報に対してフィルタリングを行ってください。**
- **LER では、受信した IP パケットを IP 処理層を通さずにラベルを付加します。IP フィルタリング機能、TOS 値書き換え機能およびソートフラグメント機能は、VPN に設定したインタフェースへの入力に限り動作します。ただし、VPN からの入力を IPsec によって暗号化し、対向ルータに送信する運用や帯域制御（WFQ）機能、イコールコストマルチパスなどの他 IP 機能を使用した運用は行うことはできません。**
- **VRRP と併用する場合は、トリガとしてインタフェースダウントリガまたはルートダウントリガ（VPN 内経路は対象外）が利用できます。ノードダウントリガは利用できません。**
- **BGP/MPLS VPN 構成では、LER は MTU 長の設定にかかわらず、IP パケットのフラグメント処理を行いません。受信したパケットはそのままラベルを付加して送信します。このため、MTU 長を調整する必要がある運用（VoIP 通信でのインターリーブなど）はできません。**

☛参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.8 MPLS を使用したレイヤ 3VPN（BGP/MPLS VPN）を構築する」（P.120）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.8 MPLS を使用したレイヤ 3VPN（BGP/MPLS VPN）を構築する」（P.280）

2.8　マルチリンク機能

適用機種　***Si-R220B,370,570***

マルチリンク機能とは、ISDN 接続で複数のチャネルを 1 本のデータリンク・コネクションとして扱うための機能です。この機能を使用することにより、バルク転送することができます。

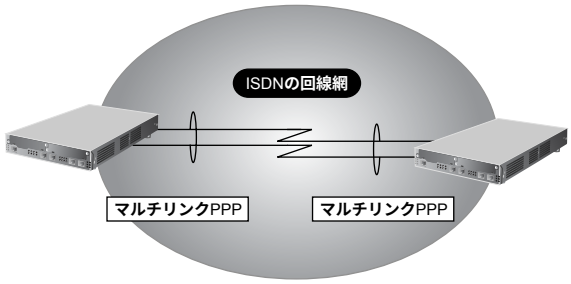
本装置でサポートするマルチリンク機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC1990：The PPP Multilink Protocol（MP）
- RFC2125：The PPP Bandwidth Allocation Protocol（BAP）
  The PPP Bandwidth Allocation Control Protocol（BACP）

マルチリンク機能は、ISDN 回線での接続でだけ利用することができます。また、バルクとしてまとめることができるチャネル数は 23 チャネルまでです。

マルチリンク機能の運用形態

ISDN 回線を使用して、複数のチャネルを論理的な一本のリンクとして通信します。あるチャネルで障害が発生した場合、残ったチャネルで通信を続けます。



参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.9 マルチリンク機能を使う」（P.129）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.9 マルチリンク機能を使う」（P.302）

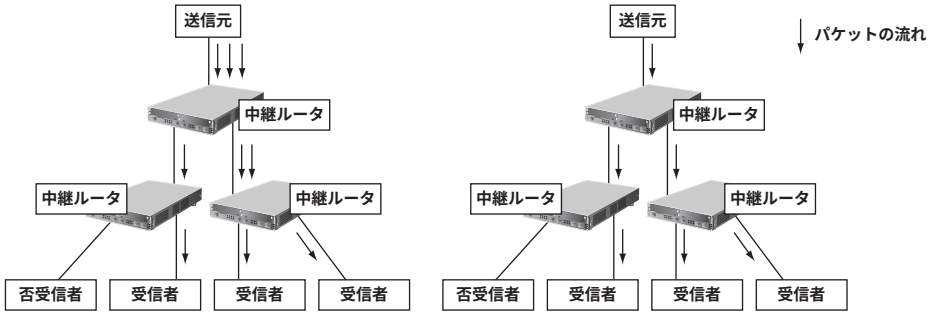
2.9　マルチキャスト機能

適用機種　全機種

マルチキャスト機能とは、異なるネットワーク上に複数の受信者がいる場合に、動画や音声データなどを効率よく配送することができる機能です。

配送される受信者が存在するインタフェースにだけパケットを複製して転送することで、通常のユニキャストによるパケットの配送に比べて、ネットワークのトラフィックを削減することができます。

以下の図のように、ユニキャストによる配送では、送信元から受信者の数だけパケットが送出されるため、送信元のトラフィックが受信者数に比例して増大してしまいます。マルチキャストによる配送では、1 つのパケットを必要な数だけ中継ルータでコピーして配送するため、ネットワークの負荷を軽減できます。



本装置には、マルチキャスト機能を動作させるマルチキャストルーティングプロトコルとして、以下の 2 種類のプロトコルがあります。

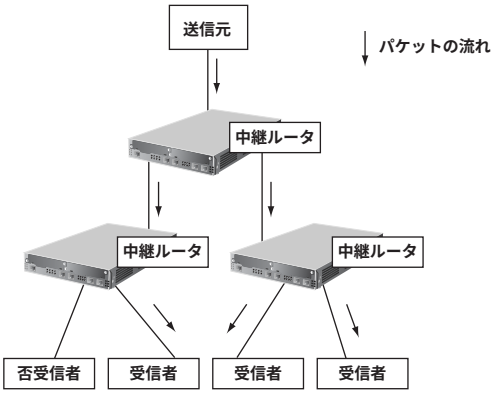
- PIM-DM
- PIM-SM

また、本装置では、ルーティングプロトコルは使用しないで、スタティックにマルチキャスト経路を設定することもできます。

以下に、それぞれのルーティングプロトコルについて説明します。

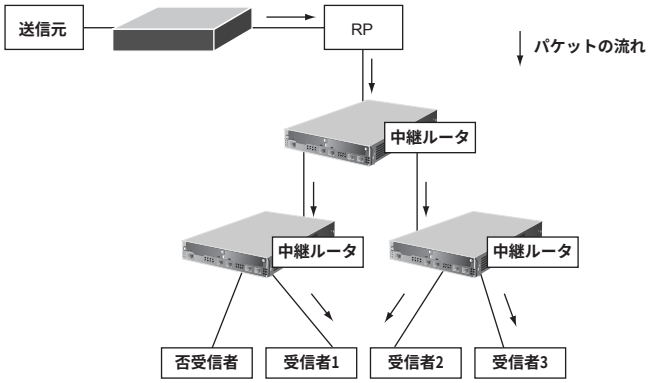
2.9.1　PIM-DM

PIM-DM は、会社の LAN など、十分な帯域と信頼性のあるネットワーク上で利用するプロトコルです。パケットの配送は、送信元が配送樹の頂点となります。



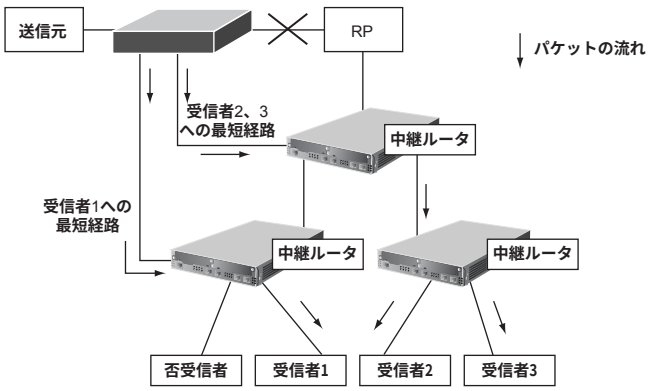
2.9.2　PIM-SM

PIM-SM は、インターネットなど、十分な帯域を保証されないネットワーク上で利用するプロトコルです。パケットは、送信元から RP（ランデブーポイント）に一度送られ、RP が配送樹の頂点となります。



RP の情報は、BSR（ブートストラップ・ルータ）によって広報されます。PIM-SM を利用する場合、ネットワーク上で 1 つ以上の RP と BSR を動作させる必要があります。

マルチキャスト・パケットは、最初は RP を経由して転送されますが、その後最短経路（SPT：Shortest Path Tree）を経由して転送する経路に切り替わります。



こんな事に気をつけて

- マルチキャスト機能での配送は信頼性を持たないため、パケットの消失や重複などが起こる可能性があります。これらの信頼性の確保は、アプリケーション側での責任になります。
- マルチキャストを利用する場合は、隣接するすべてのルータ上でマルチキャスト機能を有効にしておく必要があります。
- 隣接するすべてのルータ上で、同じプロトコルを選択する必要があります（本装置では PIM-DM と PIM-SM は併用できません）。
- マルチキャストをスタティック経路で転送する場合は、PIM-DM、PIM-SM を併用することはできません。
- PIM-DM、PIM-SM は、動作する際、ユニキャストのルーティングテーブルを参照するため、ユニキャストの経路を正しく設定してください。このとき、RIP や OSPF などのユニキャスト・ルーティングプロトコルと併用することができます。
- マルチキャスト・プロトコルに PIM-SM を利用する場合、ネットワーク上で 1 つ以上の RP と BSR を動作させる必要があります。RP または BSR が消失した場合、既存の通信を含め、通信できなくなります。これを防止するためには、RP および BSR を複数動作させます。
- マルチキャスト機能は、マルチ NAT 機能と併用することができません。
- IP アドレスが設定されていないインタフェースではマルチキャスト機能を使用することはできません。また、リモートインタフェース上でマルチキャスト機能を動作させる場合は、自側 IP アドレスと相手側 IP アドレスの両方を正しく設定する必要があります。
- 本装置で実装されている PIM-SM のバージョンは PIM-SMv2 です。PIM-SMv1 の装置との接続は保証されません。
- PIM-SM では、送信元と RP の間を PIM Register パケットによって通信します。
  PIM Register パケットのチェックサムの計算範囲は、RFC2362 ではヘッダ部だけで計算するように定義されていますが、一部のルータはパケット全体で計算します。このようなルータが RP を行う場合は、チェックサムの計算範囲を「パケット全体」に変更する必要があります。本装置は PIM Register パケットの受信時には、ヘッダ部（RC2362 準拠）とパケット全体の 2 つの方法で計算するため、本装置が RP を行う場合は、どちらの計算方法のパケットを受信しても問題はありません。
- 転送経路を SPT に切り替える場合は、一時的に複数のマルチキャスト・ルーティングテーブルを作成します。このため、マルチキャスト・ルーティングテーブルの上限数の通信ができなくなる可能性があります。
- SPT への切り替えは、パケットの転送開始直後に行われます。パケット受信者の直前のルータで SPT 切り替えを無効に設定することによって、SPT への切り替えを無効にすることができます。
- インタフェースごとにパケットの TTL（Time To Live）しきい値を設定することによって、特定の TTL のパケットを遮断することができます。
- マルチキャスト・パケットは、パケット送信者側のルータと RP 間を PIM Register パケットによってカプセル化され、ユニキャスト転送されます。このとき、トンネル用の仮想的なインタフェースとして、register インタフェースを使用します。register インタフェースには通常のマルチキャスト・インタフェースの設定は適用されません。このため、PIM Register によってカプセル化されたパケットには、インタフェースの TTL しきい値の設定は適用されません。
- パケット送信者側のルータと RP 間は、転送開始時に PIM Register によってカプセル化され、ユニキャスト通信されますが、転送開始直後にはマルチキャスト・パケットによる通信に切り替わります。

参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.10 マルチキャスト機能を使う」（P.131）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.10 マルチキャスト機能を使う」（P.305）

2.10 VLAN機能

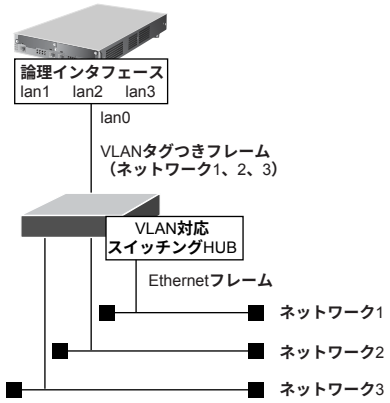
適用機種　全機種

VLAN（Virtual LAN）機能とは、1 つの LAN インタフェース上に複数の LAN セグメントを仮想的に構築する機能です。

VLAN 機能を利用することで、論理的に LAN インタフェースを管理することができ、物理的なポートの数以上に、論理的な LAN セグメントを構築することができます。

VLAN 機能には、VLAN タグ付きフレームを使用します。通常の Ethernet フレームに 4 バイトのヘッダ情報を付加することで、VLAN インタフェースを識別することができます。

以下に、VLAN の基本動作について説明します。



VLAN 対応機器どうしで VLAN インタフェース間の通信を行う場合は、Ethernet フレームの送信時に VLAN タグをフレームに付加して送出します。VLAN タグには、VLAN ID が格納されています。受信側では VLAN タグ中の VLAN ID を見て、フレームを受けとるインタフェースを決定します。

本装置では、VLAN インタフェースを設定して、VLAN 間のルーティングも可能です。

こんな事に気をつけて

- **VLAN インタフェース上では、シェーピングおよび帯域制御（WFQ）を利用することはできません。**
- **VLAN の物理インタフェースに、VLAN インタフェースを使用することはできません。**
- **同じ物理インタフェースを使用する複数の VLAN インタフェース上で、重複する VLAN ID を使用することはできません。**
- **本装置の VLAN 機能は、VLAN タグの有無や VLAN ID の違いによって、1 つの物理ポートを論理的に複数の LAN セグメントに分割することができます。本装置の VLAN 機能を利用する場合は、それぞれの論理 LAN セグメントが明確に分割されているかどうか、十分に確認してください。正しく分割されていない場合は、正常に通信できない場合があります。**

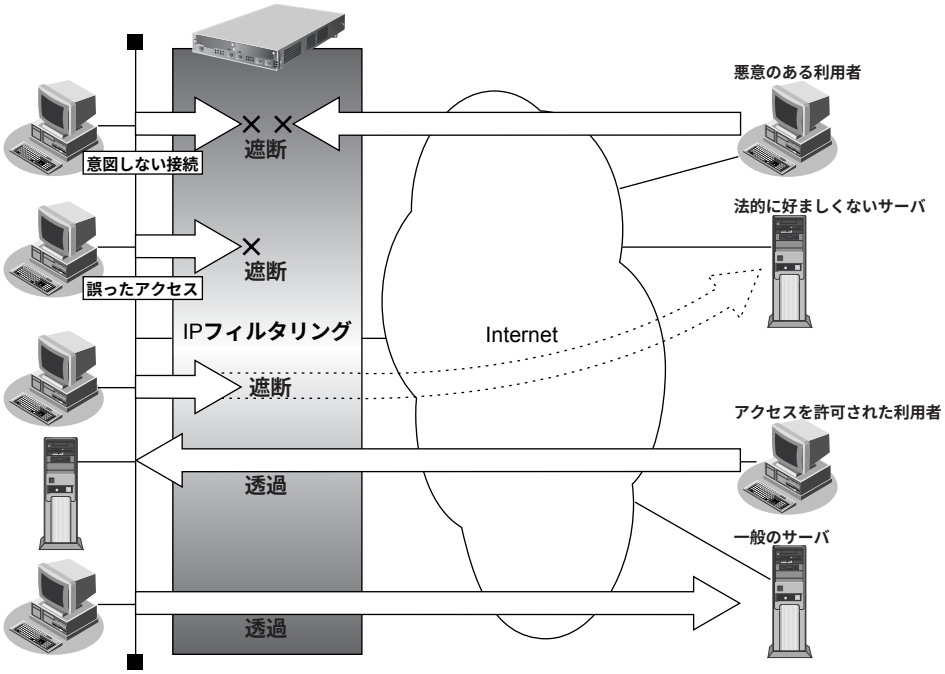
参照　Si-R シリーズ　仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.35）
Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.11 VLAN 機能を使う」（P.141）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.11 VLAN 機能を使う」（P.315）

2.11 IPフィルタリング機能

適用機種　全機種

本装置は、IP フィルタリング機能やパスワードの設定などを使って、ネットワークのセキュリティを向上させることができます。

IP フィルタリング機能とは、本装置を経由してインターネットに送出されるパケット、またはインターネットから受信したパケットを IP アドレスとポート番号の組み合わせで制御することによって、ネットワークのセキュリティを向上させたり、回線への超過課金を防止することができます。



ネットワークのセキュリティを向上させるには、以下の要素について考える必要があります。

- ネットワークのセキュリティ方針
- ルータ以外の要素（ファイアウォール、ユーザ認証など）

こんな事に気をつけて

- **ProxyDNS を設定している場合、ProxyDNS に対しての IP フィルタリングを設定しても効果はありません。**
- **本装置などのルータでは、コンピュータウィルスの感染を防ぐことはできません。パソコン側でウィルス対策ソフトを使用するなど、別の手段が必要です。**

補足　NAT 機能にも、セキュリティを向上させる効果があります。

接続形態に応じてセキュリティ方針を決める

インターネットに接続する場合でもLANどうしを接続する場合でも、データの流れには「外部から内部へ」、「内部から外部へ」という2つの方向があります。セキュリティ方針を決める場合は、2つの方向について考慮する必要があります。

● 「外部から内部へ」流れるデータに対するセキュリティ方針の例

- インターネット（ネットワーク型接続）の場合
  特定のパケットを受け取らないようにする
- インターネットの場合
  非公開ホストへのアクセスを拒否する
- LANどうしを接続する（ISDN回線を使用）場合
  接続先電話番号が外部に知られたときの対策を立てる
- LANどうしを接続する場合
  内部ユーザによる不要なアクセスを防ぐ

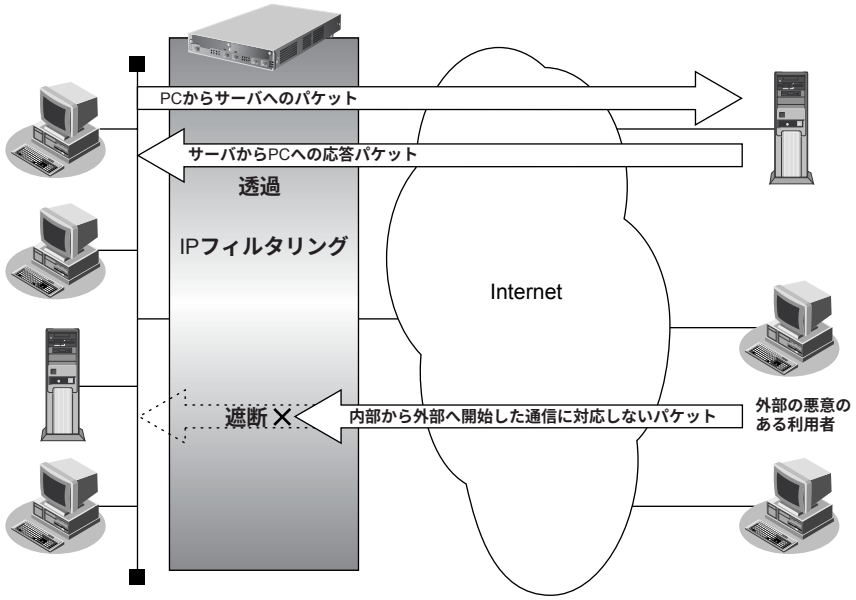
● 「内部から外部へ」流れるデータに対するセキュリティ方針の例

- インターネットの場合
  法的に問題のあるサイトなどへのアクセスを制限する
- LANどうしを接続する場合
  内部ユーザによる不要なアクセスを防ぐ

補足 IPフィルタリングは、「外部から内部へ」流れるデータと「内部から外部へ」流れるデータに対して機能します。内部にあるパソコン間のデータ（LAN内のデータ）に対しては機能しません。

2.11.1　動的フィルタリング（SPI）

SPI は内部から外部へ通信を開始すると、これに対応するフィルタリングルールを自動的に作成し、外部からの応答パケットを透過させます。また、フィルタリングルールに対応しない外部から内部への通信を開始したパケットを遮断することができます。



補足　ブロードキャストアドレスやマルチキャストアドレスあてに SPI でフィルタリングを行うことはできません。DHCP、RIP および RIPv2 などブロードキャストアドレスを用いる通信を SPI と併用する場合は、これらの通信を透過させるフィルタリングルールを設定してください。

ヒント

SPI によるフィルタリング対象は、構成定義で設定された IP フィルタリングを透過したパケットです。

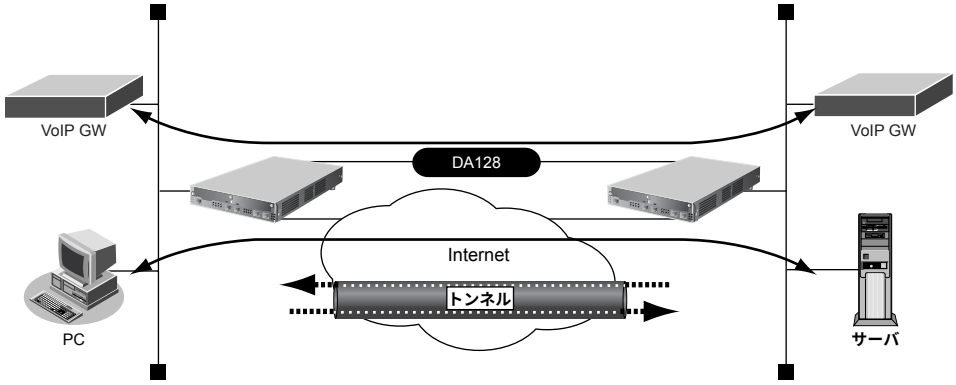
参照　Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.15 マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）を使う」（P.600）、
Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.15 マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）を使う」（P.252）

2.12 マルチルーティング（ポリシールーティング）機能

適用機種　全機種

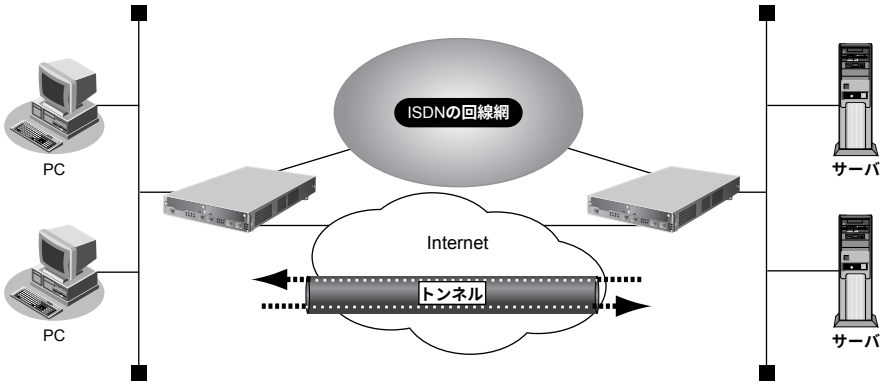
マルチルーティング機能とは、転送パケットのあて先 IP アドレスだけではなく、送信元 IP アドレスやポート番号などの情報も利用して、通信パスを選定する機能です。この機能を利用することによって、それぞれの通信内容に通信パスを分離することができます。

例）VoIP 通信を専用線で、ほかの通信をインターネット VPN で、通信する



また、この機能は、それぞれの通信パスの障害発生時に、通信バックアップとしても利用することができます。

例）インターネット VPN を ISDN で通信バックアップする



ここでは、ネットワーク設計概念で紹介したマルチルーティング機能の詳細を説明します。

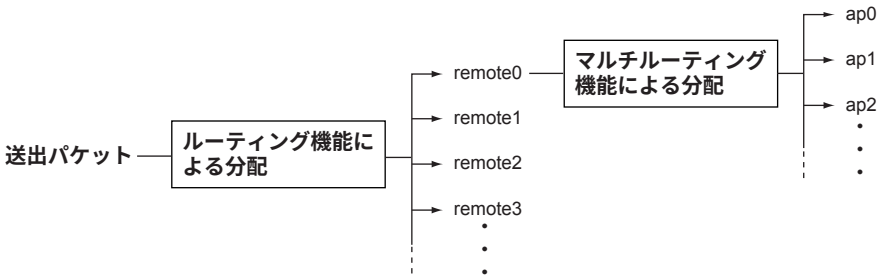
参照 「1.1 ネットワーク設計概念」（P.13）

2.12.1　通常の IP ルーティングとマルチルーティングの関係

IP ルーティングでの送信先選定では、出力先インタフェースを選定します。マルチルーティング機能は、IP ルーティングで選定された出力先インタフェースの構成を定義する remote 定義の配下に、実際の接続先設定（通信パス設定）となる ap 定義を複数定義して、さらに通信パスを選定することができます。

マルチルーティングは、同じ remote 定義内での送信先選定動作であるため、remote 定義によるデータ送信先の分離と、ap 定義によるデータ送信先の分離は、以下のように使い分けます。

- remote 定義による分離
  経路情報として分離できる接続先（つまり、独立したネットワークとして識別できる接続先）は、それぞれ別の remote 定義として定義し、ルーティング機能を用いて分配します。
- ap 定義（マルチルーティング）による分離
  経路情報では分離できない接続先（つまり、独立したネットワークとして識別できない接続先）は、同じ remote 定義内にそれぞれ別の ap 定義として定義し、マルチルーティング機能を用いて分配します。



2.12.2　利用する ap 定義の選定方法

ここでは、それぞれの送信データに対して、利用する ap 定義の選定方法を説明します。remote 定義内に設定されている複数の ap 定義は、表示される順に優先度が高いものとして扱われ、優先度の高いものから順に利用するかどうかを判断します。送出できる ap 定義がない場合は、データは送信されません。

通信内容に従った選定

通信内容ごとに通信パスを分離する場合は、remote ap multiroute pattern 定義によって、ap 定義を利用する通信内容を設定し、通信内容に従った選定を行います。

通信内容の選定条件として、以下の条件が利用できます。

- 送信元 IP アドレス
- 送信元ポート番号（送信データが TCP または UDP の場合のみ）
- あて先 IP アドレス
- あて先ポート番号（送信データが TCP または UDP の場合のみ）
- 上位プロトコル
- TOS 値

こんな事に気をつけて

選定条件は、IPv4 の場合だけ利用されます。IPv6 およびブリッジ通信の場合は、選定条件がないものとして扱われます。

また、上記条件に一致した場合の動作を、以下から選択します。

- use　このap定義で送信する
- unuse　このap定義で送信しない
- backup　優先度の低いap定義で送信できるものがない場合にだけ送信する

この条件によって、ap定義は、以下のどれかに送信データごと分類されます。

- 設定条件に一致
- 条件設定なし
- 利用不可

接続状態に従った選定

通信バックアップとして利用する場合は、接続状態に従った選定を行います。この場合、ap定義ごとの接続状態は、以下の3つに分類されます。

- 接続中
- 接続可能（ISDNおよびPPPoEの場合だけ：接続済みではないが接続可能）
- 利用不可

以下に、利用不可と判定する条件を示します。

専用線

- 利用回線が同期はずれ状態であるとき
- 接続先が閉塞状態であるとき
- 接続先監視が失敗状態であるとき

フレームリレー

- 利用回線が同期はずれ状態であるとき
- 接続先が閉塞状態であるとき
- 接続先監視が失敗状態であるとき
- PVC状態確認手順（ITU-T Q.933 Annex A）によって障害検出状態であるとき

ATM

- 利用回線が同期はずれ状態であるとき
- 接続先が閉塞状態であるとき
- 接続先監視が失敗状態であるとき
- OAMによる網からの障害通知受信によって通信障害検出状態であるとき

ISDN

- 利用回線が同期はずれ状態であるとき
- 接続先が閉塞状態であるとき（常時接続機能利用時のみ）
- 接続先監視が失敗状態であるとき（常時接続機能利用時のみ）
- 未接続状態であるとき（常時接続機能利用時または自動発信禁止設定時）

PPPoE

- 利用回線が同期はずれ状態であるとき
- 接続先が閉塞状態であるとき（常時接続機能利用時のみ）
- 接続先監視が失敗状態であるとき（常時接続機能利用時のみ）

IPsec

- 接続先が閉塞状態であるとき
- 接続先監視が失敗状態であるとき

オーバーラップ

- 接続先が閉塞状態であるとき
- 接続先監視が失敗状態であるとき
- 送出先インタフェースがダウン状態であるとき

MODEM

- モデムと通信不可能な状態であるとき
- 未接続状態であるとき（自動発信禁止設定時）

MPLS トンネル接続

- 接続先が閉塞状態であるとき
- 接続先監視が失敗状態であるとき
- LSP が未確立状態であるとき

参照 「2.12.3 マルチルーティング機能の応用」（P.57）

最終的な送出先判断

最終的な送出先判断は、通信内容に従った選定の結果と、接続状態に従った選定の結果を組み合わせて判断します。この組み合わせ条件は、それぞれの ap 定義に以下のように判断されます。

ap0（優先度高） / ap1（優先度低）		設定条件に一致		設定条件なし	
		接続中	接続可能	接続中	接続可能
設定条件に一致	接続中	ap0	ap1	ap0	ap1
	接続可能	ap0	ap0	ap0	ap0
設定条件なし	接続中	ap0	ap0	ap0	ap1
	接続可能	ap0	ap0	ap0	ap0

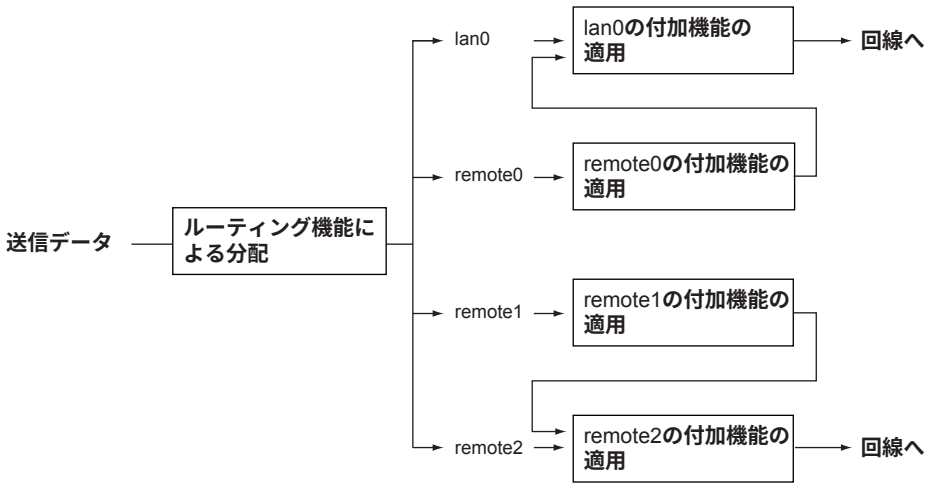
2.12.3　マルチルーティング機能の応用

IP ルーティングでの送信先選定ルールでは、出力先インタフェースを選定します。シェーピング、帯域制御および MSS 書き換えなどの付加機能は、インタフェース単位での適用となります。そのため、同じインタフェースから出力される送信データは、すべて同じ付加機能が適用されます。

マルチルーティング機能の応用として、本装置は、IP ルーティングによって選定された出力先インタフェースからの送信データを、さらに別インタフェースへの出力として重ね合わせる（オーバーラップする）機能をサポートしています。この機能を利用すると、同じインタフェースから出力される送信データにも、異なる付加機能を適用することができます。

この機能を利用する場合は、相手ネットワーク設定である remote 定義の配下に、最終出力先となるインタフェースを指定する特別な接続先（ap 定義）を設定します。

以下に、内部的な送信データの流れを示します。remote0 は lan0 を利用して送信するように、また remote1 は remote2 を利用して送信するように設定されているものとします。



以下に、この機能を利用する場合にオーバーラップ元インタフェースで利用できる付加機能を示します。

- MTU 分割機能
- マルチルーティング機能
- IP フィルタリング機能
- MSS 書き換え機能
- TOS/Traffic Class 値書き換え機能
- シェーピング機能
- 帯域制御（WFQ）機能

こんな事に気をつけて

- **オーバーラップ元インタフェースでは、マルチ NAT 機能は利用できません。**
- **オーバーラップ元インタフェースでは、ダイナミックルーティングは利用できません。**

また、オーバーラップ先インタフェースでは、以下の付加機能を利用することができます。

- マルチルーティング機能（remote 定義を利用して送出する場合のみ）
- IP フィルタリング機能
- MSS 書き換え機能（remote 定義を利用して送出する場合のみ）
- マルチ NAT 機能
- TOS/Traffic Class 値書き換え機能
- シェーピング機能

- 帯域制御（WFQ）機能
- CLP 書き換え機能（ATM を利用して送出する場合のみ）

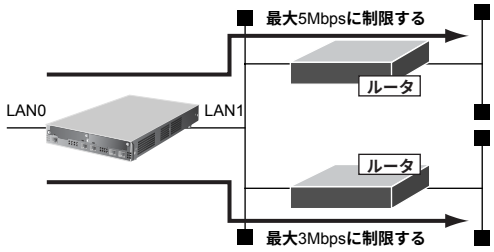
オーバーラップ先インタフェースとして lan を指定した場合は、次ホップルータアドレスを設定する必要があります。次ホップルータアドレスは、隣接ルータのアドレスでなければいけません。この設定がない場合、または次ホップルータアドレスが隣接ルータのアドレスでない場合は、データは送信されません。

こんな事に気をつけて

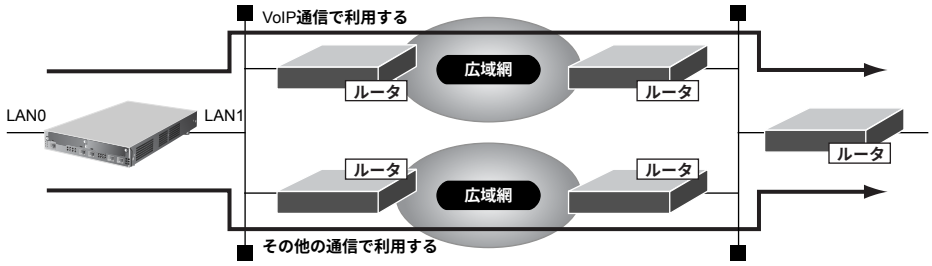
- **オーバーラップ機能は、IPv4 および IPv6 の場合に利用できます。**
- **オーバーラップ先インタフェースの MTU は、オーバーラップ元インタフェースの MTU より大きい値を設定してください。正常に通信することができなくなることがあります。**

この機能を利用した例を以下に示します。

例 1）対地シェーピングを行う



例 2）特定の通信データを分離する

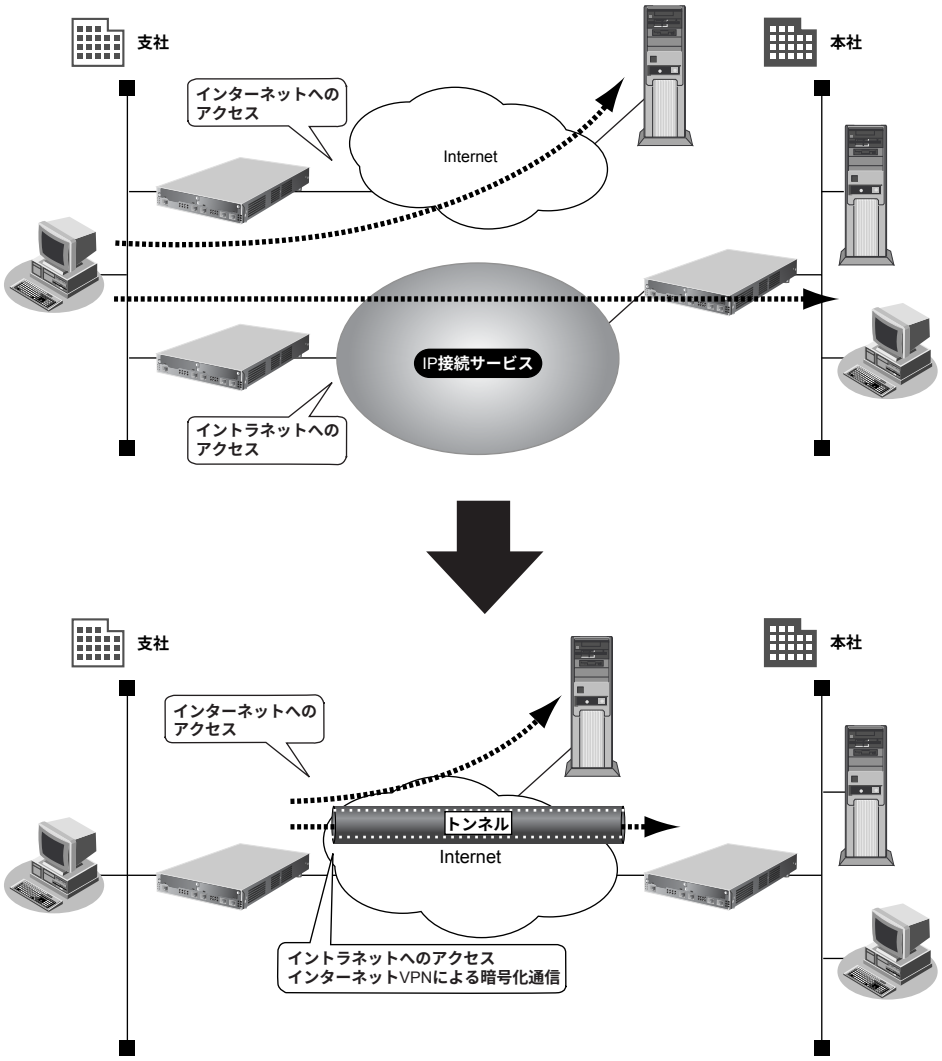


2.13 IPsec機能

適用機種　全機種

VPN（Virtual Private Network）とは、インターネットのように公衆で利用されているネットワークに、通信パスを仮想的に設定することによって専用線のように使用することができます。最近ではインターネットを利用してVPNを構築する、インターネットVPNのこと自体をVPNということもあります。

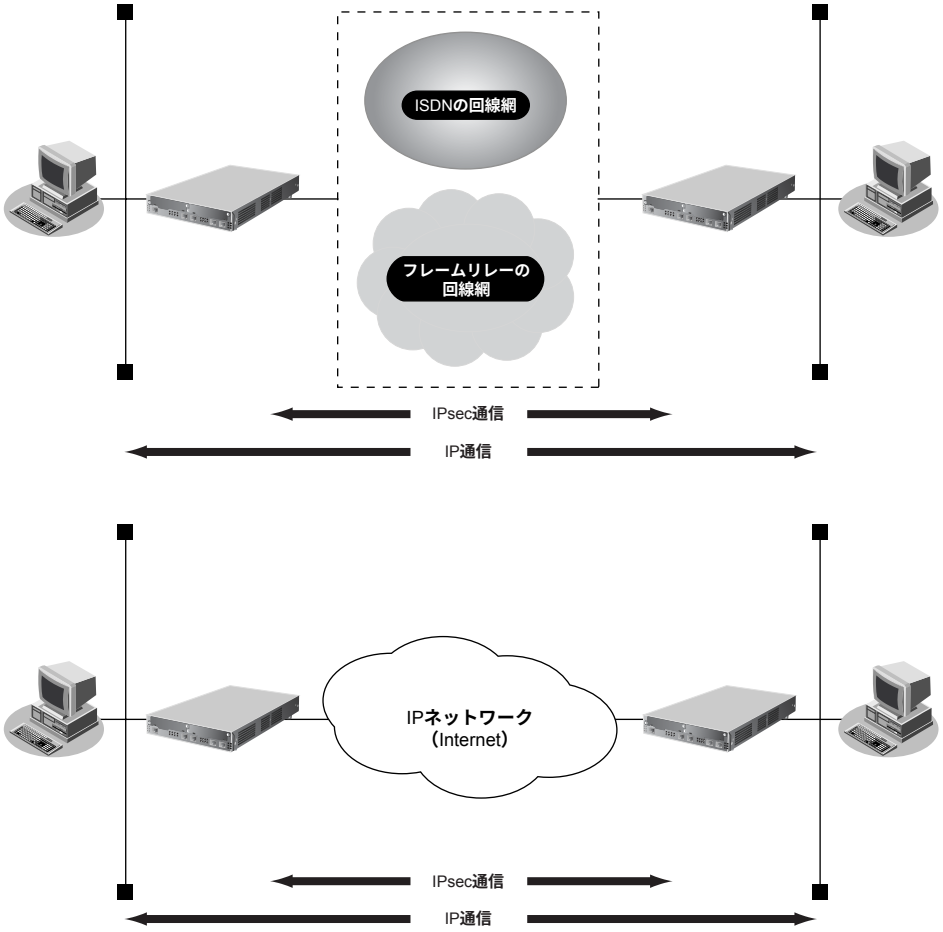
VPNではVPN装置間でデータをカプセリングし、相手のVPN装置に送信します。その際、データの盗聴、改ざんを防止するために、認証や暗号化などのセキュリティ機能によりデータを保護します。これにより、簡単に機密性の高いシステムが構築できます。



本装置ではVPNを実現するためにIPsecというプロトコルを使用します。

IPsecで使用できる機能は2つあります。IPパケットに認証用のヘッダをつけて認証する機能AHと、暗号化したあとに認証してカプセル化する機能ESPです。

IPsecには、IPヘッダを認証／暗号化しないトランスポートモードとIPヘッダを認証／暗号化するトンネルモードの2つのモードがあります。本装置はトンネルモードだけをサポートしているため、ここではトンネルモードだけを説明します。



本装置でサポートするIPsecの範囲

本装置がサポートするIPsecの範囲は、以下のとおりです。

項目	IPsecの範囲
IPsec適用範囲	AH、ESP、認証付ESP
鍵設定／鍵交換方式	手動鍵設定、自動鍵設定（Main Mode、Aggressive Mode）
セキュリティパケット送信方法	トンネルモード（IPv4 over IPv4、IPv4 over IPv6、IPv6 over IPv4、IPv6 over IPv6）
暗号アルゴリズム	DES-CBC、3DES-CBC、AES-CBC
認証アルゴリズム	HMAC-MD5、HMAC-SHA1 認証アルゴリズムと認証アルゴリズムモードの主な特徴 MD5：シンプルで認証が早い SHA1：セキュリティが強いが、認証が遅い

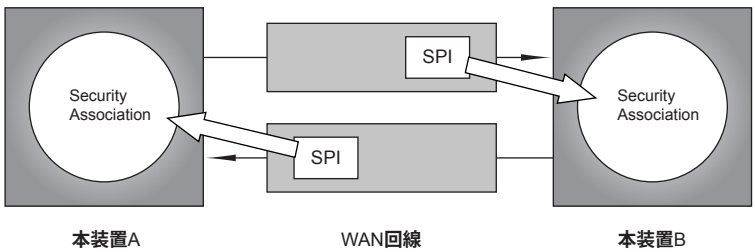
本装置でサポートするIPsec機能は、以下の新プロトコルのRFCに準拠します。

- RFC2401: "Security Architecture for the Internet Protocol"
- RFC2402: "IP Authentication Header"
- RFC2403: "The Use of HMAC-MD5-96 within ESP and AH"
- RFC2404: "The Use of HMAC-SHA1-96 within ESP and AH"
- RFC2104: "HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication"
- RFC2406: "IP Encapsulating Security Payload （ESP）"
- RFC2405: "The ESP DES-CBC Cipher Algorithm With Explicit IV"
- RFC2410: "The NULL Encryption Algorithm and Its Use With IPsec"
- RFC2411: "IPsecurity Document Roadmap"
- RFC3394: "Advanced Encryption Standard（AES）Key Wrap Algorithm”

Security AssociationとSecurity Parameters Index

IPsecの特徴は、認証・暗号化のアルゴリズムや鍵管理のしくみをIPsecのプロトコル自体から切り離したことです。IPsecで通信するホストどうしは、通信する前になんらかの方法で認証・暗号化のアルゴリズムや使用する鍵を決定して、その情報を共有する必要があります。この関係をSA（Security Association）と言います。

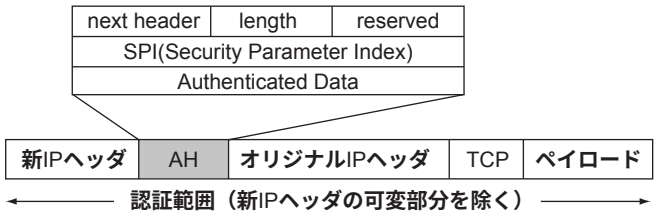
1つのホストは複数の通信に対応するための複数のSAを持っています。そのため、受け取ったIPsecのパケットが、どのSAに対応するものなのかを識別する必要があります。識別するためのパラメタとして、あとに説明するAHやESPのヘッダ中に含まれるSPI（Security Parameter Index）を使用します。



AHヘッダとESPヘッダ

IPsecでは、IPパケットのオプションヘッダに、認証にはAH（Authentication Header）ヘッダを、暗号化および認証にはESP（Encapsulating Security Payload）ヘッダを使用しています。

IPパケット認証（AH:Authentication Header）



AHはIPパケットを認証するためにIPヘッダに拡張されるものです。元々あるIPパケットの前にIPsecゲートウェイのアドレスと上記の構成からなるAHヘッダを挿入します。

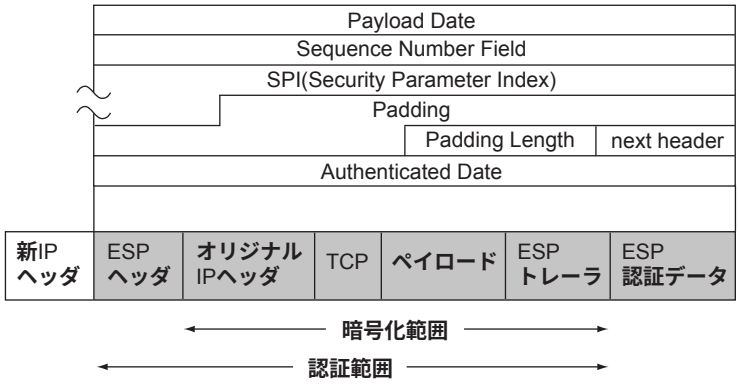
AHは認証アルゴリズム・認証キー・暗号アルゴリズム・暗号キー・キー寿命・キー配送方法などを決めるSPI値と、認証アルゴリズムで使用するデータ・フィールドAuthenticated Dataから成り立っています。

送信する側は、オリジナルのIPパケットと認証鍵からハッシュ関数を使って圧縮したものをAuthenticated Dataに書き込んで送信します。

受信する側は、SPIの情報で相手先を特定します。その相手先と同じ暗号鍵および認証アルゴリズムを使用して送信する側と同様の計算を行います。AHヘッダ内のAuthenticated Dataと一致した場合に、相手を認証したと判断します。

認証に使用する認証鍵およびハッシュ関数などは、SAデータベースにあらかじめ登録しておきます。SAとは、暗号に必要な認証方式や認証鍵などのデータが入っているデータ構造のことです。

IPパケット暗号化（ESP:Encapsulating Security Payload）

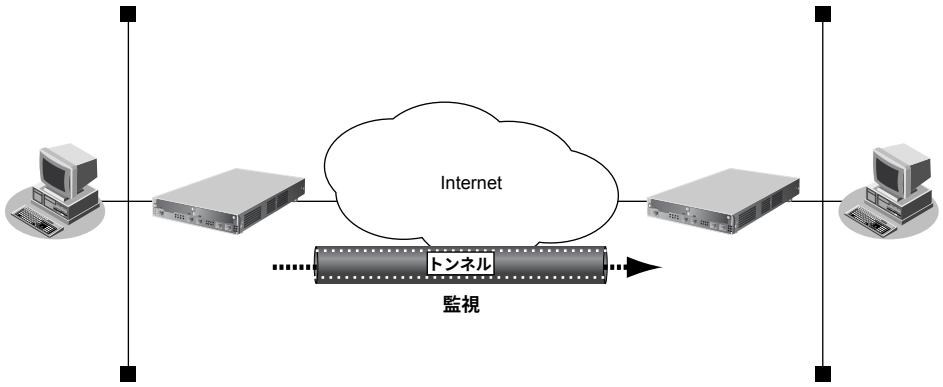


ESPはIPパケットを認証（IPパケットの改ざんチェック）だけではなく、IPパケットを暗号化します。

接続先監視

IPsec 通信の場合、回線の切断や相手装置の再起動によって相手装置の SA が削除されることがあります。このとき、相手装置の SA が削除されたことを検出することができないため、通信できない状態になります。

接続先監視を使用することにより、IPsec トンネルを経由して相手装置の SA が削除されていることを検出します。IPsec 通信できない場合は、SA を再作成することによって、通信を復旧させることができます。



こんな事に気をつけて

- **接続先監視を使用すると、相手ノードに ICMP ECHO パケットを定期的に送信します。そのため、定額制でない回線を使用している場合は、超過課金の原因となることがあります。このような環境では、接続先監視を使用しないでください。**
- **接続先監視を使用する場合は、監視対象となる相手ノードおよび自装置のアドレスが IPsec 対象範囲に含まれる必要があります。IPsec 対象範囲に含まれない場合は、接続先監視のパケットが破棄され、IPsec 通信ができません。**
- **IKE セッション監視の設定が同時に設定されている場合は、IKE セッション監視は動作しないで、接続先監視だけが動作します。**

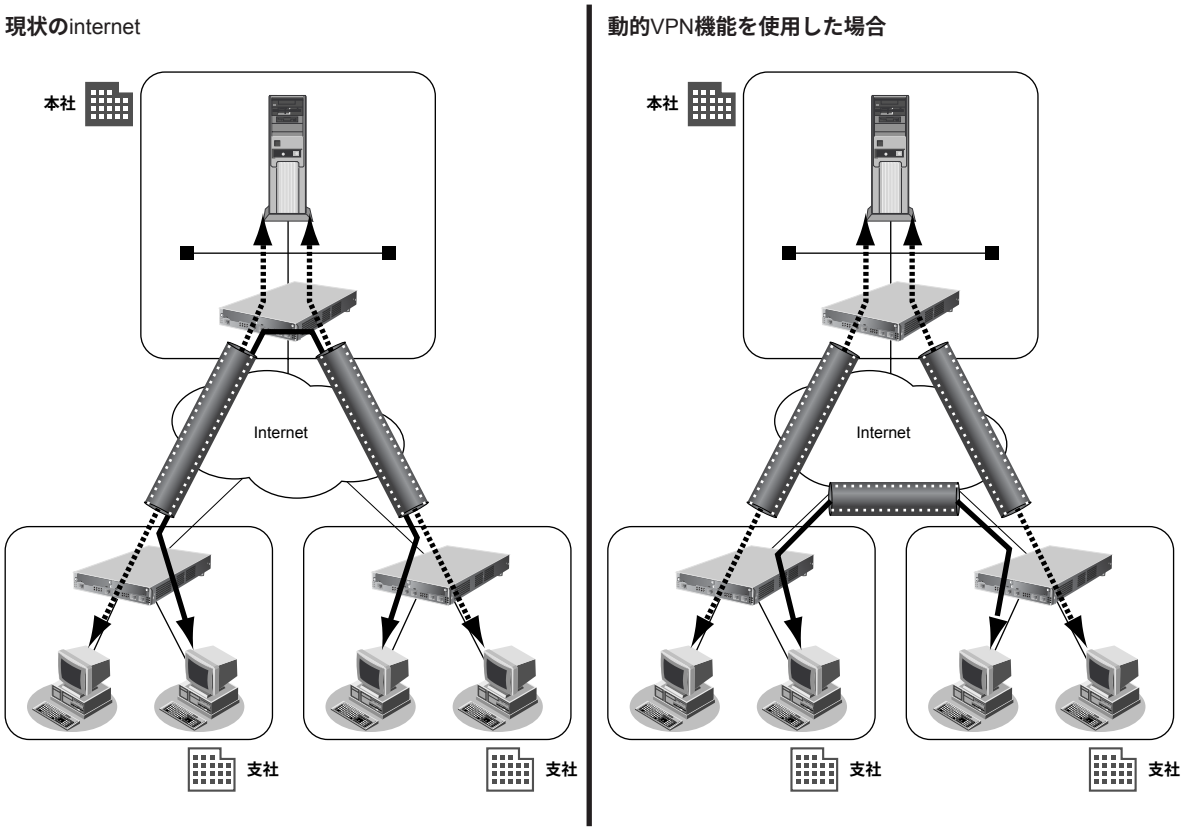
参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.13 IPsec 機能を使う」（P.170）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.13 IPsec 機能を使う」（P.407）

2.13.1　動的VPN機能

一般的なVPN通信の構成は、各拠点と本社やデータセンタなどを接続するスター型接続です。従来のサーバとクライアントモデルの場合はこの接続構成で十分でしたが、昨今のIP通信の拡大により拠点間での通信量も増え、センタルータの増強をする必要があるなどさまざまな問題がでてきています。

たとえば、IP電話に代表されるVoIP技術はエンド-エンドの端末間で通信を行うため、直接拠点間で接続した方が、センタを経由するより効率的です。しかし、全拠点間をメッシュ構成で構築するためには、各拠点にすべての他拠点情報を設定する必要があり、運用および保守の面から非常に困難です。

本装置は、この問題に対して、動的VPN機能をサポートしています。この機能は自拠点の情報を設定するだけで、必要に応じてVPN通信パスを構築することができるものです。自拠点を設定するだけなので、拠点数が多い場合や新規に拠点が追加された場合でも問題なく対応することがきます。

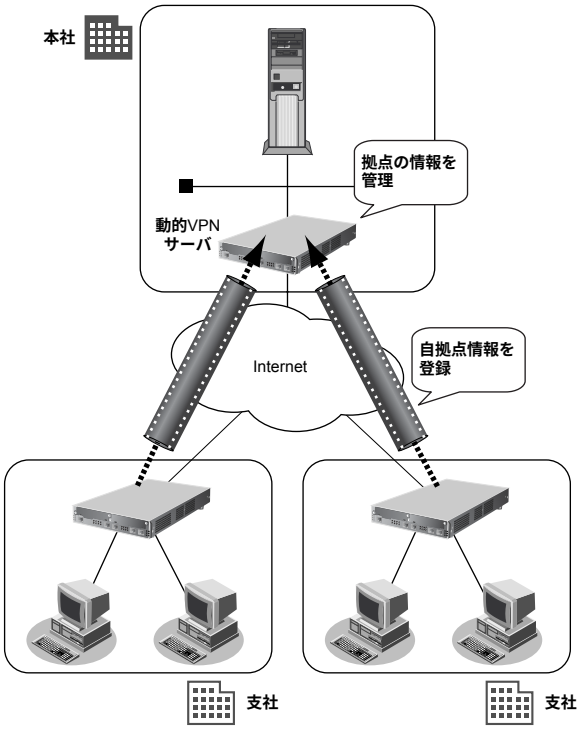


各拠点ルータは、設定された自拠点情報を動的VPNサーバに登録します。そして、VPN通信パスの構築が必要となった場合に、動的VPNサーバ経由で接続先の拠点情報を取得してVPN通信パスを構築します。VPN通信パスが構築されるまでは、従来どおりセンタルータ経由で通信されるため、VPN接続までの間、データが通信できないなどの問題はありません。

また、拠点間で直接VPN通信パスが構築された時点で、センタルータ経由での通信がなくなり、センタトラフィックも軽減されます。

動的VPNの動作を以下に示します。

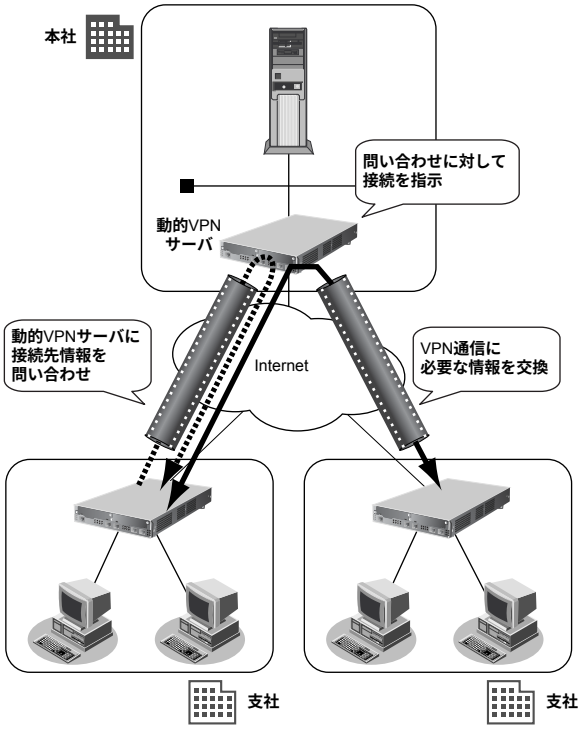
（1） 動的VPNサーバへの登録
本装置起動時、各拠点ルータは、動的VPNサーバに対して登録処理を行います。その後、定期的に登録パケットを送出します。



（2） 他拠点へのパケット発生
動的VPN対象になっている他拠点に、通信パケットが発生したときに、動的VPN通信パスの構築を開始します。

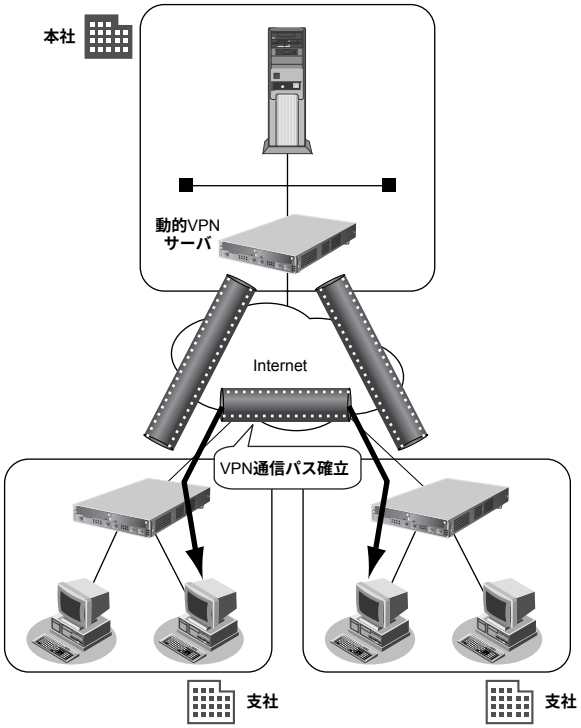
（3） 動的VPN情報の交換

まず、動的VPNサーバに対して相手拠点の接続先情報を問い合わせます。動的VPNサーバは、登録されている拠点情報から、該当する拠点を検索し、相手拠点に接続を指示します。その後、動的VPN通信パスを構築するために必要な情報を、動的VPNサーバを経由して拠点間で交換します。



（4） 動的VPN通信パスの構築

情報交換によって獲得した相手拠点の情報を基に、動的VPN通信パスを構築します。



（5） 動的VPN通信パスの切断

通信パケットがなくなり、動的VPN通信パスが不要になると、自動的に切断されます。その後、（1）の状態に戻ります。

こんな事に気をつけて

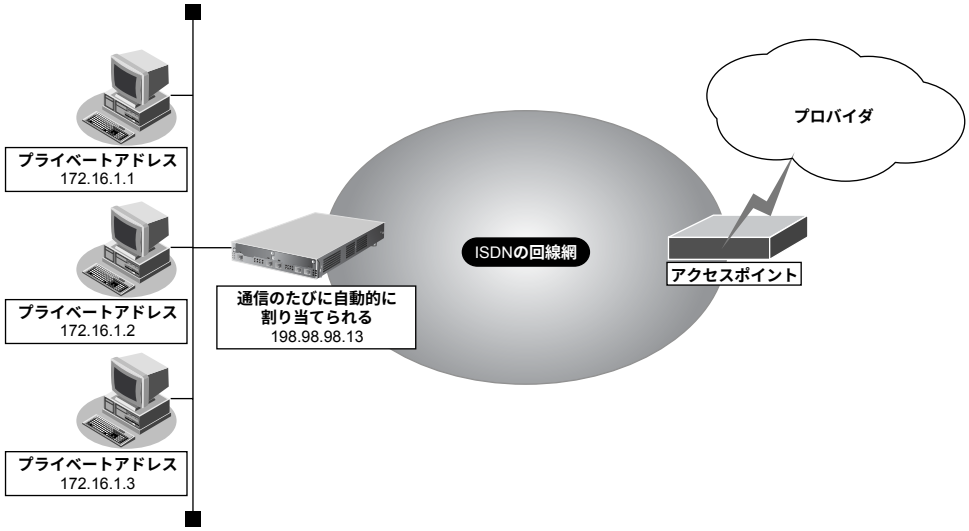
- **動的VPN機能を使用する場合は、自動鍵設定を使用する必要があります。また全拠点でIPsec/IKEの設定（共有鍵など）を同一にしてください。**
- **動的VPNサーバと接続できなくなった場合は、接続中のVPN通信パスも切断されます。**
- **各拠点で設定するローカルIDおよびローカルネットの重複はできません。**
- **動的VPNパス上でNAT機能は使用できません。**

☛ 参照 Si-Rシリーズ　コマンド設定事例集「2.13 IPsec機能を使う」（P.170）、
「2.15 マルチNAT機能（アドレス変換機能）を使う」（P.252）、「2.16 VoIP NATトラバーサル機能を使う」（P.261）
Si-Rシリーズ　Web設定事例集「2.13 IPsec機能を使う」（P.407）、
「2.15 マルチNAT機能（アドレス変換機能）を使う」（P.600）、「2.16 VoIP NATトラバーサル機能を使う」（P.615）

2.14 マルチ NAT 機能

適用機種　全機種

マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）とは、LAN 内に接続された複数台のパソコンで使用するプライベートアドレスを、本装置に割り当てたグローバルアドレスに変換する機能です。マルチ NAT 機能を使用すると、限られた数のグローバルアドレスでそれ以上の数のパソコンを接続できます。たとえば、端末型接続でプロバイダからもらえる 1 台分のグローバルアドレスを使って、複数台のパソコンからインターネットに接続できます。また、LAN 内に接続されたパソコンのプライベートアドレスは外部からわからないため、外部からの不正なアクセスを遮断できます。



補足
- プライベートアドレスとグローバルアドレスについて
  プライベートアドレスとは、ユーザが自由に割り当てることができる IP アドレスです。
  グローバルアドレスとは、インターネット上のホストを識別するために、InterNIC などのアドレス管理機構から割り当てられる世界で唯一の IP アドレスです。プロバイダ接続の場合はプロバイダからもらえます。
- LAN どうしを接続する場合（事業所間など）、両方プライベートアドレスとなることがあります。本装置では、WAN 側のアドレスをグローバルアドレス、LAN 側のアドレスをプライベートアドレスとしています。
- 「端末型接続」と「ネットワーク型接続」はインターネットに接続する際の IP アドレスの割り当て方が異なります。
  端末型接続は、接続先に接続するごとにグローバルアドレスがプロバイダから動的に割り当てられます。
  ネットワーク型接続は、LAN を単位として接続する形態で、あらかじめプロバイダからグローバルアドレスが割り当てられます。プロバイダ接続の場合は契約時の申し込み台数に応じてグローバルアドレスが割り当てられます。

マルチ NAT 機能を使用すると、すでに LAN を構築している場合も、プライベートアドレスを変更することなくインターネットに接続できるようになります。しかし、同時に接続できる台数は、割り当てられたグローバルアドレスの個数に限られます。これを解決するために、マルチ NAT 機能があります。マルチ NAT 機能を使用すると、ポート番号を使って、割り当てられたグローバルアドレスの個数以上のパソコンを接続できます。

マルチ NAT 機能とは、以下の 3 つの機能で構成されます。

- 動的 NAT
- 静的 NAT
- NAT あて先変換

補足　カタログなどで説明するマルチ NAT 機能は、基本 NAT、動的 NAT、静的 NAT および NAT あて先変換の総称です。

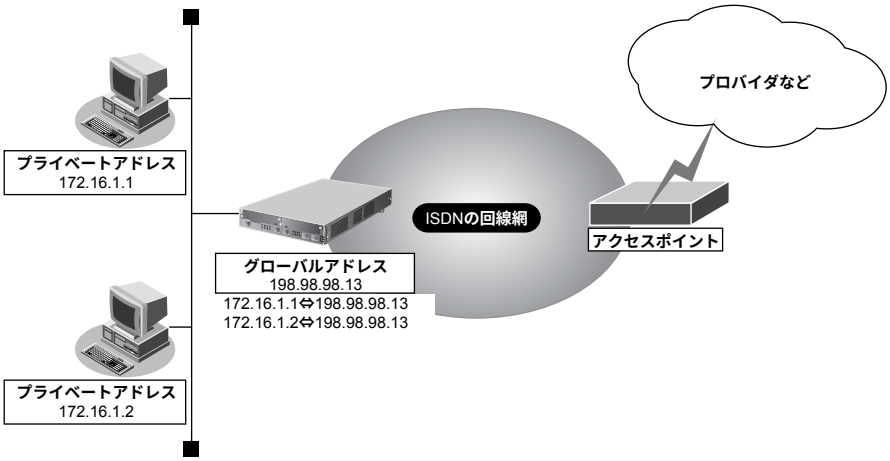
こんな事に気をつけて

IP パケットのフラグメントが発生する環境の場合は、フラグメントされた先頭パケットより前に後続パケットを受信すると、そのフラグメントパケットは破棄され、正常に通信できない場合があります。

ヒント

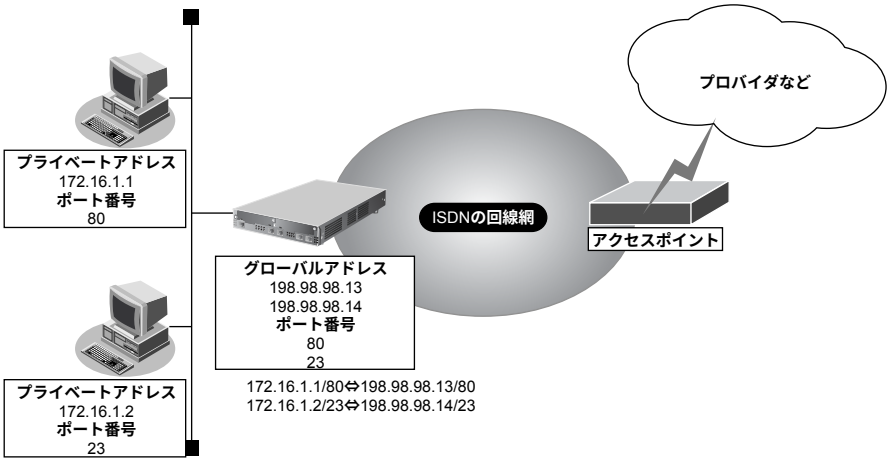
◆ 動的 NAT とは

基本 NAT は、プライベートアドレスとグローバルアドレスを 1 対 1 に対応付けます。インターネットに同時に接続できるパソコンの台数は、プロバイダと契約したグローバルアドレスの個数です。「動的 NAT」を使用すると、使用可能なグローバルアドレスの個数以上のパソコンが同時に接続できます。



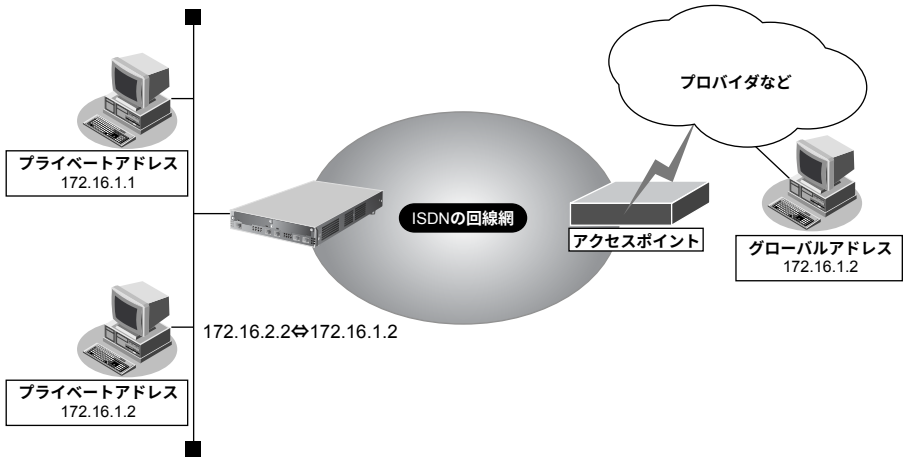
◆ 静的 NAT とは

基本 NAT は、通信発生のたびに空いているグローバルアドレスを割り当てます。そのため、LAN 上の Web サーバを公開するような場合は適していません。「静的 NAT」を使用すると、特定のパソコンやアプリケーションに同じ IP アドレス、ポート番号を割り当てるので、この問題を解決できます。



◆ NAT あて先変換とは

通常の NAT では、外部と通信するために送信元のプライベートアドレスをグローバルアドレスに変換します。「あて先変換」では、外部のアドレスを変換することでグローバル側のホストにプライベートアドレスを割り当てます。そのため、外部の IP アドレスを隠蔽したり、プライベートアドレスとアドレスが重複するセグメントへ通信できます。



2.14.1　NAT 機能の選択基準

ネットワーク環境および使用目的によって、適切なマルチ NAT 機能を設定する必要があります。選択基準を以下に示します。

NAT 機能が必要な場合

- 端末型ダイヤルアップ接続する場合
- プロバイダから割り当てられたグローバルアドレスより多くのパソコン（端末）を接続する場合（ここでいう端末には本装置も含まれます）
- 既存のネットワークのアドレスをそのまま使用する場合
- 自側のネットワークのアドレスを隠す場合
  - 基本 NAT で十分な場合
    - 端末型ダイヤルアップ接続で、同時に接続するパソコン台数が 1 台の場合
    - ネットワーク型接続で、同時に接続するパソコン台数がグローバルアドレス数以下の場合
  - 動的 NAT が必要な場合
    - 端末型ダイヤルアップ接続で、同時に複数のパソコンから接続する場合
    - 同時に接続するパソコンの台数がグローバルアドレス数を超える場合
  - 静的 NAT が必要な場合
    - 外部にサービスを公開する場合（WWW サーバ、FTP サーバなど）
    - IP アドレスを意識して動作するアプリケーションを使用する場合
- インターネット VPN などで、IPsec 通信のほかにインターネット上のサーバなどとの通信がある場合、マルチ NAT 機能を使用する必要があります。このとき、VPN で使用するアドレスが NAT のアドレスプールに含まれる場合は、静的 NAT を指定してください。これは IPsec 通信に用いられるアドレスが正しく変換されるように、関係するプロトコルやポート番号ごとに設定します（ESP（プロトコル番号：50）や IKE（ポート番号 UDP：500）など）。
- IPsec が Aggressive Mode の場合、Initiator だけがマルチ NAT 機能を使用しているときは IPsec SA 自体を確立できますが、その後 Responder から IPsec パケットを送信しなければ NAT テーブルが作成されず、通信できません。Responder でマルチ NAT 機能だけを使用していると IPsec SA も確立されません。Main Mode の場合は、IKE のネゴシエーションを双方から開始するので、マルチ NAT 機能だけを使用していても IPsec SA は確立されます。ただし、IPsec 通信は NAT テーブルが双方に作成されるまで不可能となります。

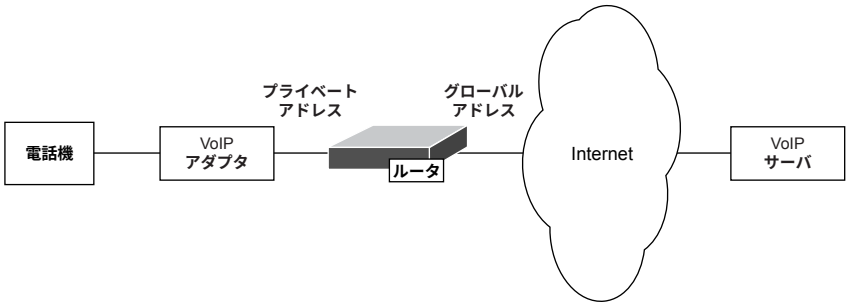
☛ 参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.15 マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）を使う」（P.252）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.15 マルチ NAT 機能（アドレス変換機能）を使う」（P.600）

2.15 VoIP NAT トラバーサル機能

適用機種　全機種

VoIP NAT トラバーサル機能とは、マルチ NAT 機能を使用すると動作しない VoIP アダプタを動作できるようにする機能です。ただし、UPnP（Universal Plug and Play）に対応した VoIP アダプタでなければ動作しません。同様に、UPnP に対応した装置やアプリケーションプログラムもマルチ NAT 機能を使用しても動作できるようになることがあります。

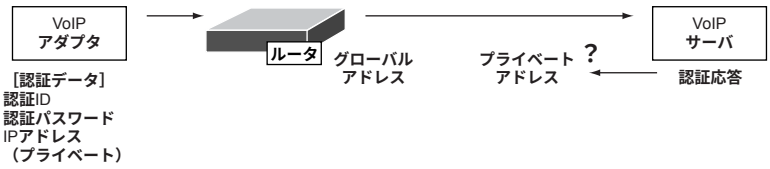
マルチ NAT 機能を使用することによって通信ができない場合



上図で、通信ができない要因には、以下のようなことが考えられます。

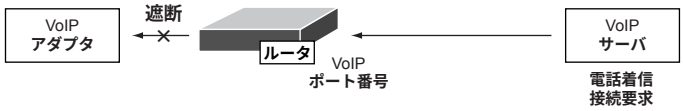
要因 1

VoIP アダプタから VoIP サーバへ接続するとき、認証データに VoIP アダプタの IP アドレス（プライベートアドレス）を含めるため、VoIP サーバからの認証応答が VoIP アダプタに届きません。

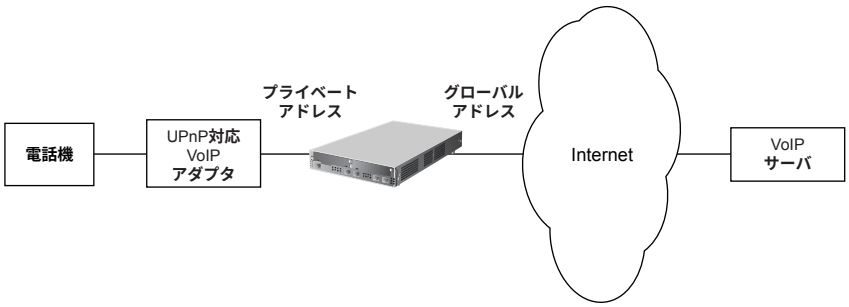


要因 2

VoIP サーバから電話着信接続要求があるとき、ルータの VoIP ポート番号との通信が遮断されているため、VoIP アダプタに届きません。

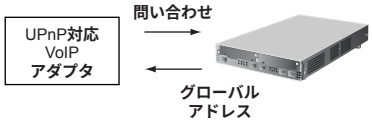


VoIP NAT トラバーサル機能によって通信ができる場合

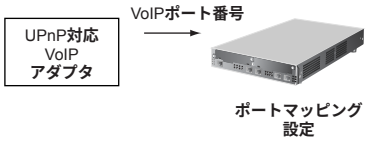


ここでは、VoIP NAT トラバーサル機能によって通信できるときの、動作の概要について説明します。

（1） UPnP 対応 VoIP アダプタは、ルータにグローバルアドレスを問い合わせます。

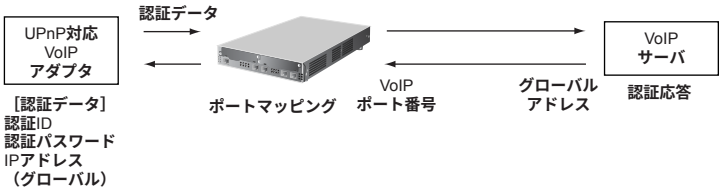


（2） UPnP 対応 VoIP アダプタは、ルータの VoIP ポート番号に届いたデータを VoIP アダプタへ届けるようにルータにポートマッピングを設定します。

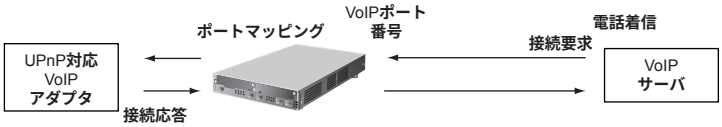


（3） Volp アダプタは、認証データにルータの IP アドレス（グローバルアドレス）を含めて VoIP サーバに接続します。

VoIP サーバからルータに届いた認証応答は、ポートマッピングの設定によって VoIP アダプタに届きます。



（4） VoIP サーバからルータに届いた電話着信接続要求もポートマッピングの設定によって VoIP アダプタに届きます。



こんな事に気をつけて

- VoIP アダプタのマニュアルを参照して、UPnP 機能が使用できるように設定されていることを確認してください。
- VoIP アダプタは、マルチ NAT 機能を使用しない lan インタフェースのどれかに接続してください。
- VoIP サーバは、マルチ NAT 機能を使用するもっとも小さい定義番号の lan インタフェースに接続されているものとして動作します。マルチ NAT 機能を使用する lan インタフェースがない場合は、マルチ NAT 機能を使用するもっとも小さい定義番号の remote インタフェースのもっとも優先度の高いアクセスポイントに接続されているものとして動作します。
- VoIP NAT トラバーサル機能は、マルチ NAT 機能を使用するインタフェースへの通信に対して動作します。
- VoIP NAT トラバーサル機能では、以下のポート番号を使用します。そのため、これらのポートを IP フィルタリングで遮断しないでください。

プロトコル	ポート番号
UDP	1900
TCP	5432

- ポートマッピング情報は、装置全体で（NAT テーブル総数 - 消費 NAT テーブル数）個まで設定できます。

☛ 参照 Si-R シリーズ　仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.35）

- ポートマッピング情報は、UPnP 対応装置が設定する際に有効期限を設定するか削除要求するまで残ったままになります。
- VoIP アダプタによっては、NAT を併用する場合があります。NAT の割り当て時間が短いと通信が切断されますので、NAT の定義で必要な割り当て時間を設定してください。
- NAT の定義では、グローバルアドレスの個数に、必ず 1 を設定してください。2 以上を設定した場合、UPnP が正しく動作しないことがあります。

☛ 参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.16 VoIP NAT トラバーサル機能を使う」（P.261）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.16 VoIP NAT トラバーサル機能を使う」（P.615）

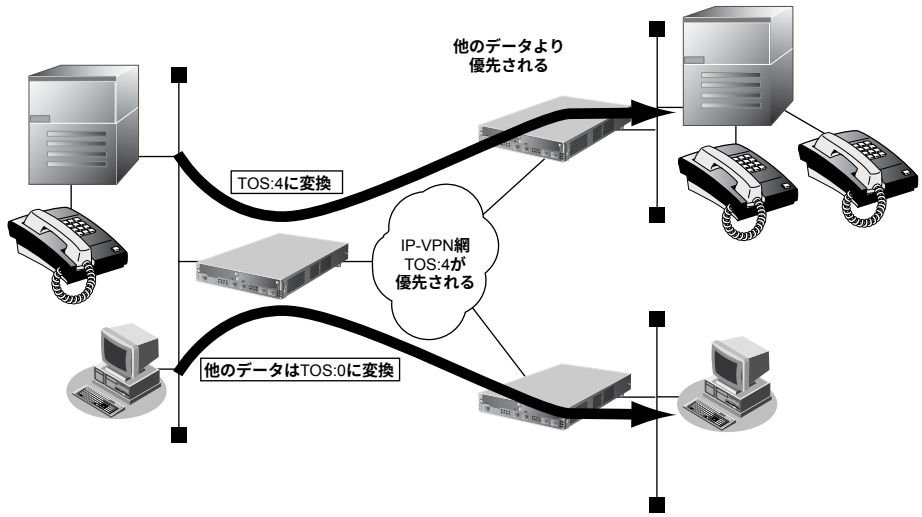
2.16 TOS/Traffic Class値書き換え機能

適用機種　全機種

TOS/Traffic Class 値書き換え機能とは、指定する IP パケットの TOS 値または IPv6 パケットの Traffic Class 値を書き換える機能です。IP-VPN 網を使って音声やレスポンスが要求されるデータの TOS/Traffic Class 値を変更して送信することにより、IP-VPN 網内の遅延を減らすことができます。TOS/Traffic Class 値でパケット優先制御を行うキャリア VPN サービス（スーパー VPN など）と接続する場合に有効な機能です。

本装置でサポートしている TOS/Traffic Class 値書き換え機能は、以下の RFC（Request For Comments）に準拠しています。

- RFC2474：Definition of the Differentiated Services Field（DS Field）in the IPv4 and IPv6 Headers



TOS 値書き換え機能は、IPv4[RFC791] で定義されている、IP パケットヘッダにある 8 ビットの Type Of Service（TOS）フィールドを制御することができます。一般的にはこの中の Precedence フィールドを TOS フィールドと言いますが、本装置では Precedence を含む 8 ビット全体を書き換えることができます。

- RFC791 Internet Protocol

0	1	2	3	4	5	6	7
Precedence			D	T	R	0	0

Bits 0-2:　Precedence.

111 - Network Control

110 - Internetwork Control

101 - CRITIC/ECP

100 - Flash Override

011 - Flash

010 - Immediate

001 - Priority

000 - Routine

Bit　3:　0 = Normal Delay,　　1 = Low Delay.

Bits　4:　0 = Normal Throughput,　1 = High Throughput.

Bits 5: 0 = Normal Relibility, 1 = High Relibility.

Bit 6-7: Reserved for Future Use.

RFC791 の Precedence により指定する場合は、以下の表を参照してください。

TOS:5（CRITIC/ECP）に変換する場合は、0xA0 を指定します。

	Precedence	bit	HEX
111 -	Network Control	→ 11100000	→ 0xE0
110 -	Internetwork Control	→ 11000000	→ 0xC0
101 -	CRITIC/ECP	→ 10100000	→ 0xA0
100 -	Flash Override	→ 10000000	→ 0x80
011 -	Flash	→ 01100000	→ 0x60
010 -	Immediate	→ 01000000	→ 0x40
001 -	Priority	→ 00100000	→ 0x20
000 -	Routine	→ 00000000	→ 0x00

書き換え条件では、送信先 IP アドレス、あて先ポート番号、送信元 IP アドレス、送信元ポート番号、およびプロトコル番号を指定できます。この条件に一致するパケットの TOS/Traffic Class 値を書き換えて送信します。複数の条件と一致する場合は、定義番号が小さい方の条件を使用します。

書き換えの対象とならなかったパケットの TOS/Traffic Class 値は書き換えられません。

参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.17 TOS/Traffic Class 値書き換え機能を使う」（P.263）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.17 TOS/Traffic Class 値書き換え機能を使う」（P.617）

2.17 VLANプライオリティマッピング機能

適用機種　全機種

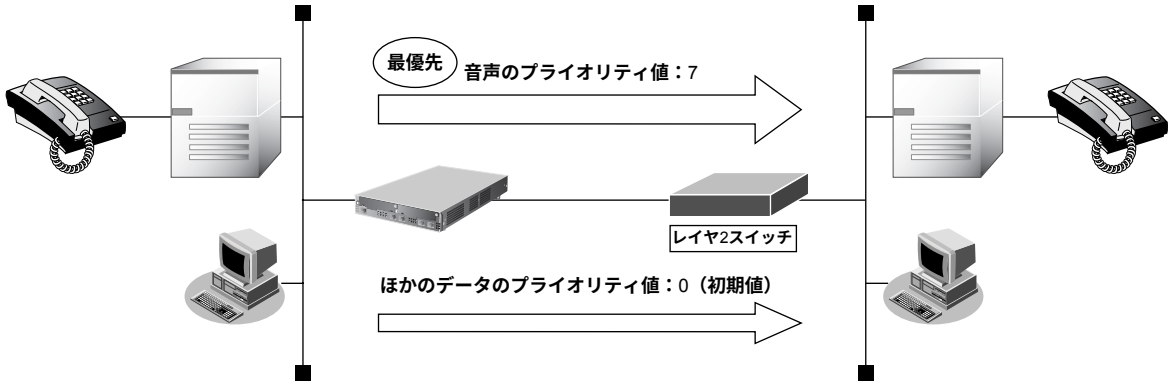
VLAN プライオリティマッピング機能とは、本装置から送信する VLAN パケットのプライオリティを設定する機能です。

プライオリティを設定することにより、プライオリティフィールドに対して QoS 機能をサポートしているレイヤ 2 スイッチなどと接続することができます。

本装置では、IP パケットの TOS フィールドおよび IPv6 パケットの Traffic Class フィールドの値から、VLAN パケットのプライオリティ値を設定します。

プライオリティフィールドの値は 0 ～ 7 で、優先順位は以下のとおりです。

高い：7 → 6 → 5 → 4 → 3 → 0（初期値）→ 2 → 1：低い

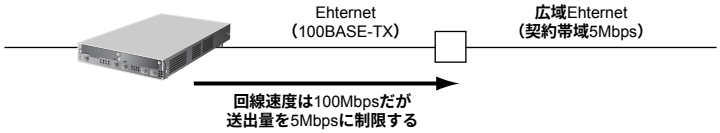


参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.18 VLAN プライオリティマッピング機能を使う」（P.265）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.18 VLAN プライオリティマッピング機能を使う」（P.621）

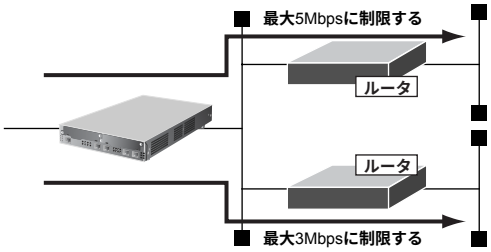
2.18 シェーピング機能

適用機種　全機種

シェーピング機能とは、LAN および WAN 回線に送出するデータ量（帯域）を制限する機能です。この機能を利用することで、実際の回線の帯域ではなく、指定した帯域でデータを送信することができます。



また、マルチルーティング機能と併用することによって、あて先ネットワークごとに送出帯域を制限することができます（対地シェーピング）。



こんな事に気をつけて

シェーピング機能は、以下の接続先種別では動作しません。

- ISDN
- フレームリレー
- モデム
- IP トンネル

参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.19 シェーピング機能を使う」（P.266）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.19 シェーピング機能を使う」（P.623）

2.19 帯域制御（WFQ）機能

適用機種　全機種

WFQ 機能とは、LAN および WAN 回線上に流れる特定のデータの帯域を予約する機能です。

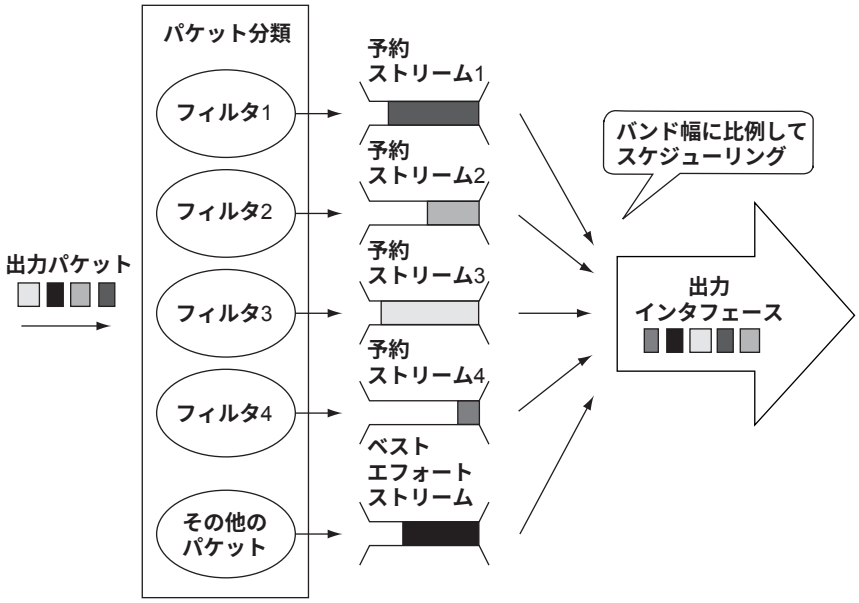
WFQ 機能は予約したバンド幅の比率に応じて、出力パケットをスケジューリングします。

データストリームには、以下の 2 種類があります。

- 予約ストリーム
  帯域を予約したデータストリームを予約ストリームと言います。バンド幅（帯域幅）は、1Kbps 単位または %で指定します。
- ベストエフォートストリーム
  予約ストリーム以外のデータフローをベストエフォートストリームと言います。ベストエフォートストリームに割り当てられるバンド幅は、「予約ストリームのバンド幅の合計」を差し引いた帯域です。

ベストエフォートストリームのバンド幅が 0 の場合は、予約ストリームのデータがすべての予約バンド幅を使用していないときだけ、残りのバンド幅にデータを流すことができます。

予約ストリームと予約フィルタ



予約フィルタの条件

予約フィルタとは、出力パケットがどの予約ストリームに属するのかを判別する場合に使用します。予約フィルタの IP パケットは、以下の条件で指定します。

- あて先情報（IP アドレス／アドレスマスク／ポート番号（TCP/UDP））
- 送信元情報（IP アドレス／アドレスマスク／ポート番号（TCP/UDP））
- IP パケットの TOS 値または IPv6 パケットの Traffic Class 値
- プロトコル番号

補足　本装置では TOS フィールド全体を 0x00 ～ 0xff で指定できますが、RFC791 では TOS を規定しています。
「• RFC791 Internet Protocol」（P.75）を参照してください。

ヒント

◆ 予約フィルタの優先順位

予約フィルタは、1つのパケットが複数のフィルタリング条件に一致する場合があります。その場合、定義番号の小さいものが優先されます。

こんな事に気をつけて

予約フィルタは、ルーティングパケットだけチェックします。これらのパケットが「ブリッジ機能」により回線上に出力していた場合は、予約帯域を使用できません。

2.19.1　トラフィックがあるストリーム数によるバンド幅の変動

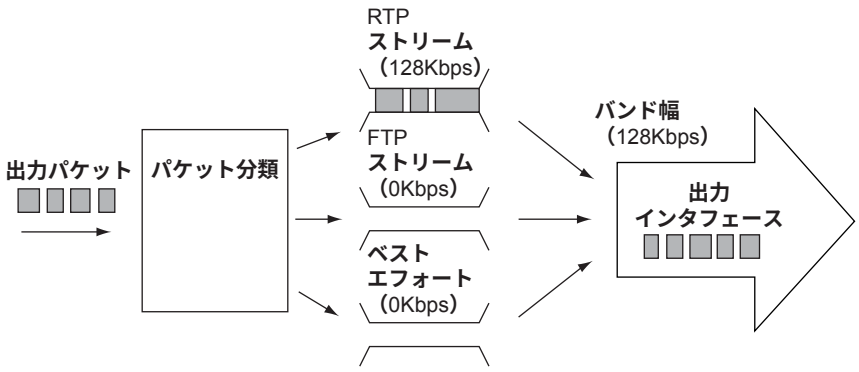
各ストリームが利用できるバンド幅は、トラフィックがあるストリーム数により変動します。
以下の条件を設定している場合を例に説明します。

● WFQの設定

- インタフェース：バンド幅＝128Kbps
- RTPストリーム：バンド幅＝32Kbps
- FTPストリーム：バンド幅＝16Kbps
- ベストエフォートストリーム：バンド幅＝80Kbps

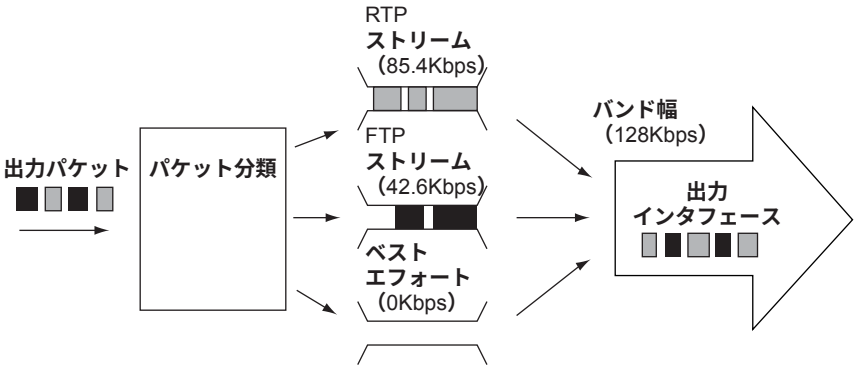
1つのストリームにトラフィックがある場合

3つのストリームのうち、1つのストリームにだけトラフィックがある場合、その1つのストリームがインタフェースのすべての帯域を使用します。
以下のようにRTPストリームにだけトラフィックがある場合、128Kbpsのすべて帯域を使用することができます。



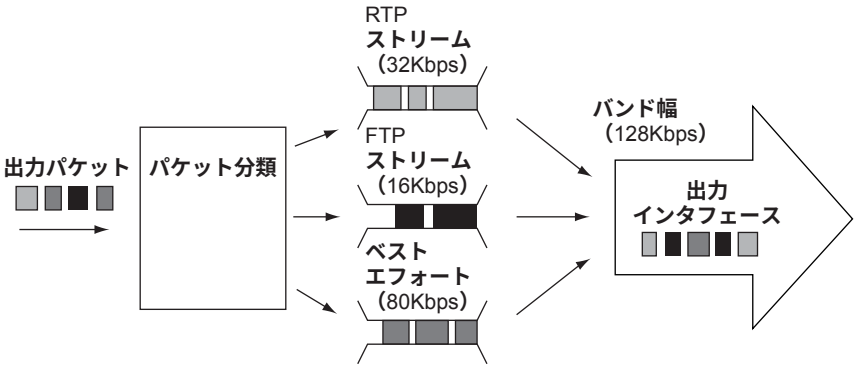
2 つのストリームにトラフィックがある場合

以下のように RTP ストリームと FTP ストリームにトラフィックがあります。ベストエフォートストリームにトラフィックがない場合、トラフィックがあるストリームの予約バンド幅の比率でパケットをスケジューリングします。RTP ストリームと FTP ストリームの予約バンド幅の比率が 32：16 の場合、この比率で 128Kbps の帯域を分割します。RTP ストリームは 85.4Kbps、FTP ストリームは 42.6Kbps の帯域を使用することができます。



3 つのストリームすべてにトラフィックがある場合

すべてのストリームにトラフィックがある場合は空いている帯域はありません。予約したバンド幅に従ってパケットをスケジューリングします。



こんな事に気をつけて

予約ストリームに設定するバンド幅は 100%以上の負荷がかかったときの最大帯域であり、ほかのストリームが使用していない場合は空いている帯域を使って通信できます。

参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.21 帯域制御（WFQ）機能を使う」（P.271）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.21 帯域制御（WFQ）機能を使う」（P.630）

2.20 DHCP 機能

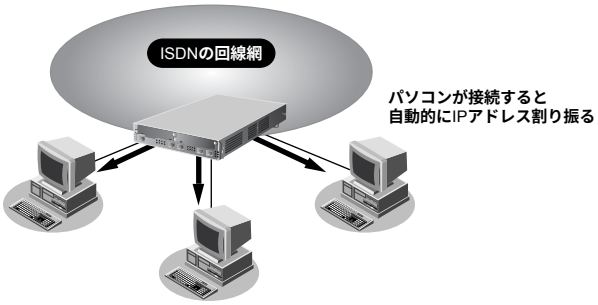
適用機種　全機種

2.20.1 IPv4 DHCP 機能

IPv4 DHCP 機能は、IP アドレスなどの情報を端末に割り振ったり（サーバ機能）、DHCP サーバから IP アドレスなどの情報を取得したり（クライアント機能）、DHCP サーバから配布される情報を遠隔地の DHCP クライアントに中継する（リレーエージェント機能）機能です。

簡易 DHCP サーバ機能

簡易 DHCP サーバ機能とは、IP アドレスなどの情報を端末に動的に割り振る機能です。この機能を使用して、DHCP クライアント機能を持っている端末に IP アドレスを自動的に割り当てます。割り当てた IP アドレスは、クライアントの MAC アドレスと対応付けして管理します。したがって、本装置配下の LAN に DHCP クライアント機能を持つ端末を接続する場合は、端末側に IP アドレスを設定する必要はありません。Windows® では DHCP クライアント機能をサポートしています。

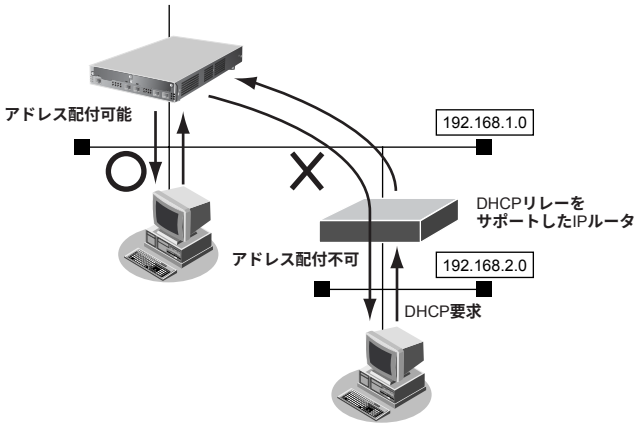


本装置はクライアントに IP アドレスを割り振る場合、ICMP ECHO パケットにより、すでに特定の IP アドレスを割り当てられているホストが存在しないかどうかをチェックします。これにより、IP アドレスが重複する危険性を取り除くことができます。

実際の設定では、割り当てる IP アドレスの開始 IP アドレスと割り振ることができる IP アドレスの最大個数を設定します。本装置の IP アドレスの割り当て個数は、Si-R シリーズ　仕様一覧「2.3 システム最大値一覧」（P.35）を参照してください。

こんな事に気をつけて

本装置の簡易 DHCP サーバ機能は、本装置の LAN 側ネットワークだけに IP アドレスを配布することができます。DHCP リレーをサポートした IP ルータを中継して、IP アドレスを配布することはできません。



以下に、本装置の簡易 DHCP サーバ機能の設定内容を示します。

オプションの種類	設定範囲	初期値	意味
Subnet Mask	設定項目はない	ルータの LAN のインターフェイスのサブネットマスク	
Router Option	0.0.0.0 ～ 255.255.255.255	192.168.1.1	デフォルトゲートウェイ
Domain Name Server Option	0.0.0.0 ～ 255.255.255.255	192.168.1.1	DNS サーバアドレス、セカンダリ DNS サーバアドレス
Domain Name	最大 80 文字の英数字	なし	ドメイン名
割り当て IP アドレス数	1 ～ 253	32	
割り当て開始アドレス	0.0.0.0 ～ 255.255.255.255	192.168.1.2	
割り当て時間	0 秒～ 1 年	1 日	

DHCP クライアント機能

DHCP クライアント機能は、DHCP サーバから IP アドレスなどの情報を取得する機能です。使用する場合は、DHCP サーバが動作している LAN に接続する必要があります。利用者は、IP アドレスを意識することなくネットワークを利用できます。

本装置の DHCP クライアント機能は、以下の情報を受け取って動作します。

- IP アドレス
- ネットマスク
- リース期間
- デフォルトルータの IP アドレス
- DNS サーバの IP アドレス
- TIME サーバの IP アドレス
- NTP サーバの IP アドレス

DHCP リレーエージェント機能

DHCP クライアントは、同じネットワーク上にあるサーバから、IP アドレスなどの情報を獲得することができます。

DHCP リレーエージェントは、遠隔地にある DHCP クライアントの要求を DHCP サーバが配布する情報を中継する機能です。この機能を利用することで、遠隔地の別のネットワークに DHCP サーバが存在する場合も同様に情報を獲得することができます。

☛ 参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.22.1 DHCP サーバ機能を使う」（P.274）、
「2.22.2 DHCP スタティック機能を使う」（P.276）、「2.22.3 DHCP クライアント機能を使う」（P.278）、
「2.22.4 DHCP リレーエージェント機能を使う」（P.279）

Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.22.1 DHCP サーバ機能を使う」（P.635）、
「2.22.2 DHCP スタティック機能を使う」（P.638）、「2.22.3 DHCP クライアント機能を使う」（P.640）、
「2.22.4 DHCP リレーエージェント機能を使う」（P.642）

2.20.2　IPv6 DHCP 機能

IPv6 DHCP 機能は、IPv6 プレフィックスなどの情報を IPv6 DHCP クライアントに配布したり（サーバ機能）、プロバイダの IPv6 DHCP サーバから IPv6 プレフィックスなどの情報を取得する（クライアント機能）機能です。
IPv6 DHCP 機能は、rmt インタフェースで利用することができます。

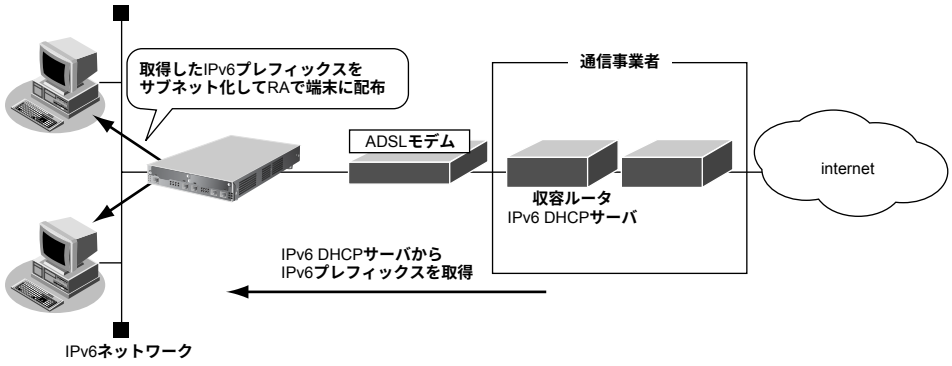
IPv6 DHCP サーバ機能

本装置では、IPv6 DHCP サーバ機能を使用して、IPv6 プレフィックスとパラメタの配布をサポートしています。
以下に、IPv6 DHCP サーバ機能で設定できる項目および設定範囲を示します。

項目	設定範囲
クライアントへの割り当て IPv6 プレフィックス数	1
クライアントに割り当てるプレフィックス長	48～64 ビット
割り当て DNS サーバアドレス数	2

IPv6 DHCP クライアント機能

本装置では、IPv6 DHCP クライアント機能を使用して、IPv6 プレフィックスとパラメタの取得をサポートしています。
本機能を利用すると、プロバイダから取得した IPv6 プレフィックスをサブネット化して、Router Advertisement Message（RA）で下流ネットワークに 64 ビットの IPv6 プレフィックスを配布することができます。



以下に、IPv6 DHCP クライアント機能で設定できる項目および設定範囲を示します。

項目	設定範囲
本装置で同時に利用できるクライアント数	4
取得できる IPv6 プレフィックス数	1
取得できるプレフィックス長	48～64 ビット
取得できる DNS サーバアドレス数	2

本装置でサポートする IPv6 DHCP 機能は、以下の RFC（Request For Comments）および Internet-Draft に準拠しています。

- RFC3315：Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6（DHCPv6）
- RFC3633：IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）version 6
- RFC3646：DNS Configuration options for Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6（DHCPv6）
- draft-troan-dhcpv6-opt-prefix-delegation-01.txt

以下に、本機能でサポートする IPv6 DHCP メッセージと IPv6 DHCP オプションを示します。

○：サポートする ×：サポートしない

IPv6 DHCP メッセージ	サーバ機能	クライアント機能
Solicit	○	○
Advertise	○	○
Request	○	○
Renew	○	○
Rebind	○	○
Reply	○	○
Release	○	○
Information-Request	○	×

○：サポートする ×：サポートしない

IPv6 DHCP オプション	サーバ機能	クライアント機能
OPTION_CLIENTID	○	○
OPTION_SERVERID	○	○
OPTION_ORO	○	○
OPTION_PREFERENCE	○	○
OPTION_ELAPSED_TIME	○	○
OPTION_STATUS_CODE	○	○
OPTION_DNS_SERVERS	○	○
OPTION_IA_PD	○	○
OPTION_IAPREFIX	○	○
OPTION_PREFIXDEL	×	○
OPTION_PREFIX_INFO	×	○

参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.22.5 IPv6 DHCP クライアント機能を使う」（P.282）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.22.5 IPv6 DHCP クライアント機能を使う」（P.646）

2.21 DNS サーバ機能

適用機種　全機種

DNS サーバ機能とは、LAN インタフェース内の端末への DNS 要求に対して、上位 DNS サーバ（たとえば、プロバイダの DNS サーバ）を中継しないで、本装置が持っている情報を返すことができる機能です。

DNS サーバ機能を使用する場合、端末は DNS アドレスとしてルータの IP アドレスを設定します。端末が DHCP クライアントの場合は、DHCP サーバが通知する DNS アドレスとしてルータの LAN ポートの IP アドレスを通知する必要があります。

本装置には、以下の 2 種類の DNS サーバ機能があります。

- DNS サーバ（スタティック）機能
- ProxyDNS（DNS 振り分け）機能

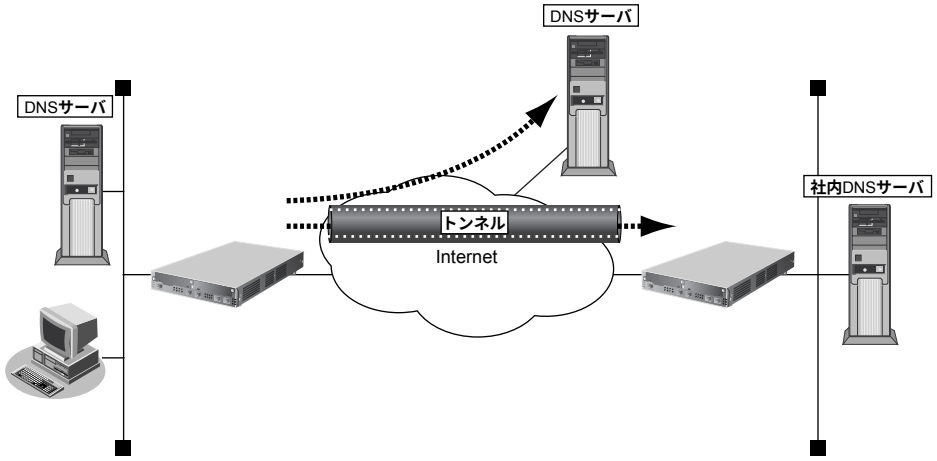
2.21.1 DNS サーバ（スタティック）機能

ドメイン名（FQDN：Fully Qualified Domain Name）と IP アドレスの組を静的に設定します。DNS クライアントからの問い合わせ（順引き、逆引き）に対し、設定したエントリを検索し、該当エントリが見つかった場合は応答します。見つからなかった場合は、上位 DNS サーバに問い合わせます。逆引き（IP アドレスから名前を応答）する場合は、応答パケット内に含まれる TYPE と CLASS を、TYPE=A（1 a host address）、CLASS IN（1 the Internet）固定とします。

スタティックテーブルは最大で 64 エントリです。

2.21.2 ProxyDNS（DNS 振り分け）機能

ProxyDNS（DNS 振り分け）機能は、DNS 機能を使用した場合に問い合わせられた URL（順引き）または IP アドレス（逆引き）により、本装置が問い合わせ先の DNS サーバを自動的に割り振ることができます。そのため、DNS を使用しないで、以下のような環境をリモートサイト側に実現できます。



本装置が端末から DNS の Query メッセージを受信した場合、DNS 振り分けテーブル内に、問い合わせ先のドメイン名と一致するエントリが存在するかどうかをチェックします。一致するエントリが存在する場合は、その一致したエントリの DNS アドレスにメッセージを転送します。一致するエントリが存在しない場合は、デフォルト DNS アドレスにメッセージを転送します。

文字列の後ろから順に設定された文字列長を比較し、すべての文字列が一致している場合に、エントリと一致したと判断します。また、"＊"は特別な文字として、"＊"以降の比較は行わずに該当エントリを一致したと判断します。

設定例）

- ドメイン名　：DNS サーバアドレス
- www.fujitsu.co.jp　：1.1.1.1
- ftp.fujitsu.co.jp　：2.2.2.2
- *.is.fuku.fujitsu.co.jp　：3.3.3.3

デフォルト DNS サーバの設定ができ、上記でエントリを検索できなかった場合は、デフォルトサーバに問い合わせます。

DNS 振り分けテーブルは最大 32 エントリです。

参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.23 DNS サーバ機能を使う（ProxyDNS）」（P.284）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.23 DNS サーバ機能を使う（ProxyDNS）」（P.650）

2.22 SNMP 機能

適用機種　全機種

SNMP（Simple Network Management Protocol）とは、IP 層および TCP 層レベルの情報を収集、管理するための IP 管理用のプロトコルです。

SNMP 機能では、管理する装置を SNMP マネージャ、管理される装置を SNMP エージェントと言います。

SNMP 機能でネットワークを管理する場合、管理する側は SNMP マネージャ機能を、管理される側は SNMP エージェント機能をサポートしている必要があります。

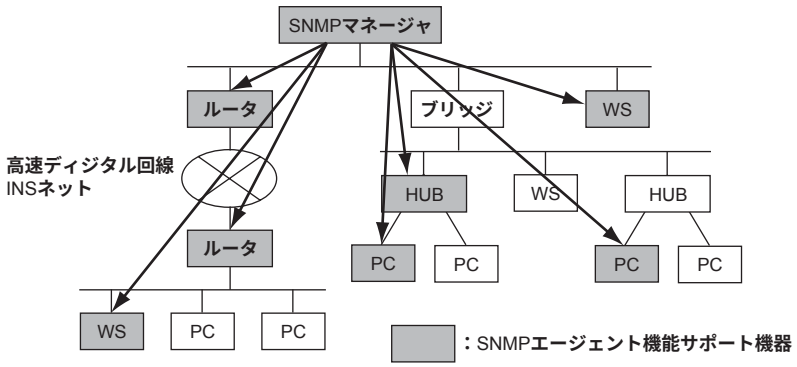
SNMP マネージャ機能は、ネットワーク上の端末の稼働状態や障害状態を一元管理します。SNMP エージェント機能は、SNMP マネージャの要求に対して MIB（Management Information Base：管理情報ベース）という管理情報を返します。

SNMP 機能は、この 2 つの機能を使用して、SNMP マネージャと SNMP エージェントとの間で MIB に定義されたパラメタを送受信してネットワークを管理します。

本装置で使用する MIB は、標準 MIB と富士通拡張 MIB をサポートしています。

参照　Si-R シリーズ　仕様一覧「3.1 標準 MIB 定義」（P.42）、「3.2 富士通拡張 MIB」（P.65）

SNMP 機能による管理



ヒント

◆ MIB とは

MIB には、装置のベンダに関係ない標準 MIB と装置ベンダ固有の拡張 MIB があります。RFC1213 などで定義される標準 MIB は、管理ノードのそれぞれの管理対象（オブジェクト）にアクセスするための仮想の情報領域です。RFC では、SNMP エージェントが実装すべき管理情報を定義しています。管理情報には、SNMP ノードとしてのシステム情報（システム名や管理者名など）や TCP/IP に関連する統計情報があります。しかし、RFC で定義されている項目では伝送路や HUB などを十分に管理できません。そのため、各種プロトコルの情報や各社の装置ごとのベンダ固有に合わせて MIB を拡張します。これを拡張 MIB と言います。

MIB は ASN.1（Abstract Syntax Notation 1）という形式で定義します。SNMP マネージャが拡張 MIB を管理するためには、SNMP エージェント側でその拡張 MIB を公開して、SNMP マネージャがその拡張 MIB の情報を収集するように定義する必要があります。

参照　Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.25 SNMP エージェント機能を使う」（P.293）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.25 SNMP エージェント機能を使う」（P.662）

2.23 ECMP機能

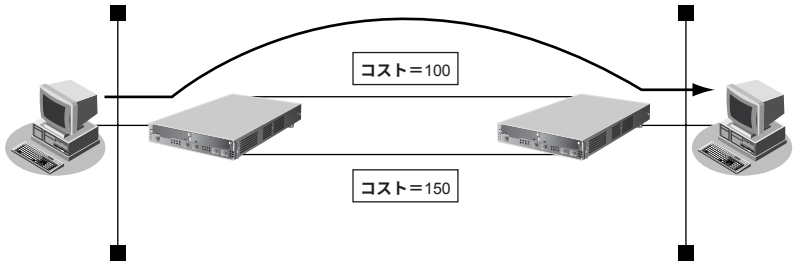
適用機種　全機種

一般的に、ルーティングによる転送先は、経路として設定された1つのネットワークに対して到達可能な通信パスが複数ある場合、その通信コストを考慮して、もっとも通信コストの小さい通信パスを唯一に決定します。

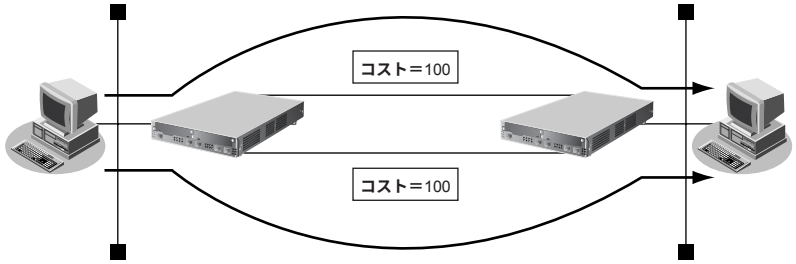
ECMP（Equal Cost Multi Path）機能は、同じあて先ネットワークにパケットを送信する場合に、同じ通信コストのパスを併用することによって、通信パスの負荷を分散することができる機能です。

通信パスは、最大4つまで同時に利用することができます。

- 一般的なルーティング：通信コストが最小の通信パスだけを利用する場合



- ECMP機能によるルーティング：同じ通信コストの通信パスを同時利用する場合



ECMP機能では、スタティックルーティングによる経路設定またはOSPFを利用して経路学習を行った場合に、複数の通信パスを同時に利用することができます。

スタティックルートとOSPFを併用した複数パスは構成できません。スタティックルートの範囲で構成される複数の通信パスとOSPFの範囲で構成される複数の通信パスとは独立して設定されます。同じ経路に対してスタティックルートとOSPFの両方の通信パスが存在した場合は、優先度設定に基づいて、どちらかの通信パスが決定されます。

- スタティックルーティングの場合
  経路優先度およびメトリック値が同じスタティックルートはECMPとして同時に利用されます。
- OSPFを利用する場合
  通信パスの経路計算によって同じ通信コストとなった場合に、ECMPとして同時利用されます。

こんな事に気をつけて

- ECMP 機能は IPv4 の場合だけ利用できます。
- **特定の通信セッションを特定の通信パスに意図的に通すことはできません。利用する通信パスは、パケット転送時に決定されます。ハッシュ方式を使用した場合も、通信パス数が変化すると、利用される通信パスが変更されることがあります。**
- NAT 機能と併用することはできません。また、ECMP 機能によって負荷を分散した通信パスの途中経路で、NAT 機能によってアドレス変換を動作させることはできません。NAT 機能を利用する場合は、それぞれの通信セッションが同じ通信パスを利用し続けることが必要ですが、ECMP 機能を利用して負荷を分散した場合、同じ通信パスを利用し続けることができなくなることがあります。
- **通信パス選択方式でラウンドロビン方式を選択した場合は、ECMP 機能によって負荷分散する通信パスの途中経路で、パケットの内容を参照して処理を行う機能（IP フィルタリングや TOS 書き換え機能など）を使用しないでください。IP フラグメントされたそれぞれのパケットも別々の通信パスを使用するため、正しく処理できない場合があります。**
- MPLS 機能と併用した場合、経路として複数通信パスが構成されていても、負荷を分散することはできません。
- **ISDN 通信または PPPoE 通信で常時接続機能を利用しない接続先との通信パスは、認証失敗などの理由で通信できない場合でも通信パスの異常が検出できないため、ECMP 機能の通信パスに利用しないでください。正常に通信することができなくなることがあります。**

2.23.1　通信パス選択方法

ECMP 機能では、どの複数の通信パスでパケットを転送するのかを決定するのに、以下の方式があります。

- ラウンドロビン方式
  それぞれの送出パケットに、利用する通信パスを切り替えることができます。通信パスの負荷はほぼ均等に分散しますが、パケットの転送順は保証されません。
- ハッシュ方式
  送出パケットの内容によって、利用する通信パスを選択します。この方法を利用した場合、同じホスト間の通信は同じ通信パスを利用します。そのため、パケットの転送順は保証されますが、通信パスの負荷は偏る場合があります。

本装置では、以下の順序で通信パスを選択します。

（1） 転送パケットの送信元 IP アドレスとあて先 IP アドレスを、32 ビットの値として加算します。

（2） （1）の結果の上位 16 ビットの値と下位 16 ビットの値を加算し、桁上がりを無視して 16 ビットの値を算出します。

（3） (2)の結果の上位8ビットの値と下位8ビットの値を加算し､桁上がりを無視して8ビットの値を算出します。

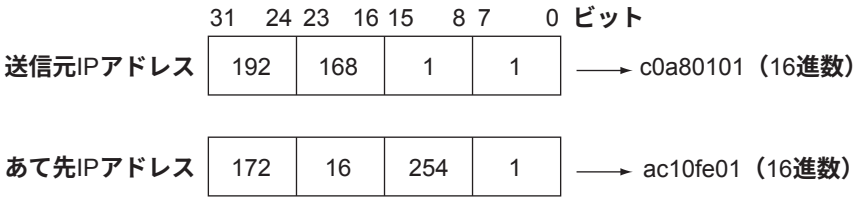
（4） （3）の結果を利用可能な通信パス数で割った余りを求めます。

（5） （4）の余りを、以下に当てはめて、通信パスを決定します。

・余りが 0 の場合 ：通信パス 1 を利用
・余りが 1 の場合 ：通信パス 2 を利用
・余りが 2 の場合 ：通信パス 3 を利用
・余りが 3 の場合 ：通信パス 4 を利用

例）送信元 IP アドレスが 192.168.1.1、あて先 IP アドレスが 172.16.254.1 であるパケットについて、192.168.2.0/24 に到達する通信パス 1、通信パス 2、通信パス 3、通信パス 4 が存在する場合

（1）



それぞれを加算します。
c0a80101 + ac10fe01 = 16cb8ff02（16 進数）
桁上がりを無視して 32 ビットの値にすると 6cb8ff02（16 進数）となります。

（2）（1）の結果の上位 16 ビットと下位 16 ビットを加算します。
6cb8 + ff02 = 16bba（16 進数）
桁上がりを無視して 16 ビットの値にすると 6bba（16 進数）となります。

（3）（2）の結果の上位 8 ビットと下位 8 ビットを加算します。
6b + ba = 125（16 進数）
桁上がりを無視して 8 ビットの値にすると 25（16 進数）となります。この値を 10 進数で表すと 37 になります。

（4）（3）の結果の 37 を 4 で割った余りを求めると 1 となります。

（5）（4）の結果により、通信パス 2 の利用が決定されます。

2.23.2　通信バックアップ機能

通信バックアップ機能と併用することによって、通信パスの一部に障害が発生した場合、正常な通信パスを利用して通信を継続することができます。これによって、正常時には複数通信パスを利用して負荷を分散し、通信障害発生時には利用可能な通信パスを利用して通信を継続することができます。

参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.26 ECMP 機能を使う」（P.295）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.26 ECMP 機能を使う」（P.665）

2.24 VRRP機能

適用機種　全機種

VRRP機能とは、動的に経路制御（RIPなど）できない端末から、別のネットワークへの通信に使用しているルータがなんらかの理由で中継できなくなった場合、自動でほかのルータが通信をバックアップする機能（簡易ホットスタンバイ機能）です。また、VRRPのグループを複数設定することで、通信の負荷分散と冗長構成を実現する機能（クラスタリング機能）もサポートしています。

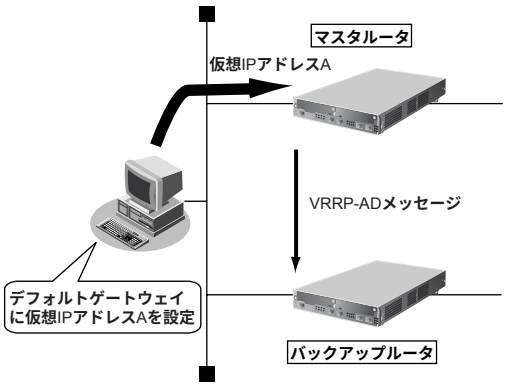
VRRP機能は2つ以上のルータがグループを形成し、1台のルータ（仮想ルータ）のように動作します。グループ内の各ルータには優先度が設定されており、その優先度に従ってマスタルータ（実際にルーティングを行う装置）とバックアップルータ（マスタルータで異常を検出したときにルーティング処理を引き継ぐ装置）を決定します。また、グループごとに仮想IPアドレスを設定し、マスタルータがグループあてのパケットを処理します。動的な経路制御をサポートしていない端末では、静的経路のデフォルトルータとして仮想IPアドレスを設定することで、仮想ルータを使用した信頼性の高い通信を実現できます。

さらに、2つ以上のルータで複数のグループをマスタルータが分散するように設定し、端末ごとにデフォルトルートの仮想ルータを分けて設定することで、負荷分散と冗長構成のクラスタリング機能も実現できます。

VRRP機能を使用するときのルータの動作を以下に説明します。

2.24.1 簡易ホットスタンバイ機能

- 通常時の動作
  VRRP機能を使用している場合、マスタルータは、定期的にバックアップルータにVRRP-ADメッセージ（VRRP Advertisement message:VRRP広報メッセージ）を送信します。バックアップルータは、マスタルータからのVRRP-ADメッセージを受信することで、マスタルータが正常に動作していると判断します。
  マスタルータでは、仮想IP／MACアドレスあてのパケットは処理されますが、バックアップルータではすべて破棄されます。

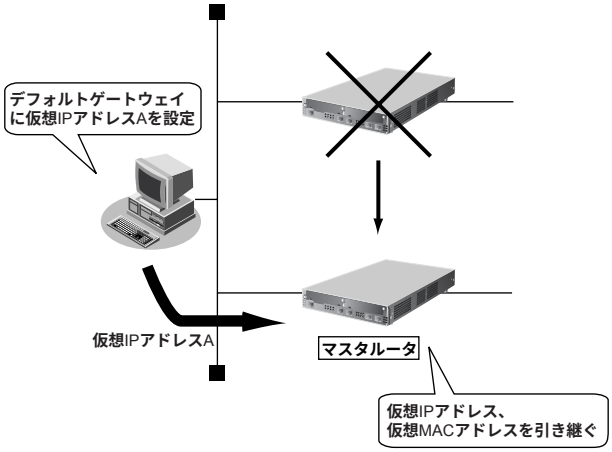


- 障害発生時の動作
  マスタルータがダウンすると、VRRP-AD メッセージは送信されません。よって、バックアップルータでは、最後に VRRP-AD メッセージを受信してからマスタルータのダウン検出時間までに次の VRRP-AD メッセージが受信できなかった場合、マスタルータがダウンしたと判断します。バックアップルータは、仮想 IP アドレスと仮想 MAC アドレスを引き継いで、マスタルータとして動作します。マスタルータのダウン時間は、以下の計算式で計算されます。

  VRRP-AD メッセージ送信間隔 × 3 ＋ Skew_Time［秒］

  Skew_Time　：マスタルータがダウンした際に、より優先度の高いバックアップルータがスムーズに切り替われるようにするための誤差であり、以下の計算式で計算されます。

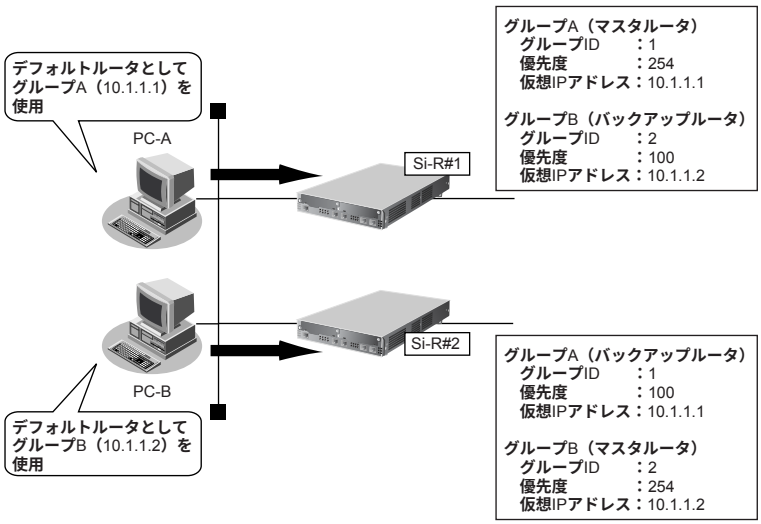
  Skew_Time =（256 - VRRP 優先度）/ 256［秒］



- ダウントリガ
  ダウントリガが適用された場合、VRRP グループの現在の優先度から指定した値を減算した優先度の VRRP ルータとして動作します。
  - インタフェースダウントリガ
    ケーブル抜け、同期はずれ、または PVC 状態確認手順によって通信不可と判断された該当インタフェースに設定されたダウントリガを適用します。
  - ルートダウントリガ
    指定したあて先経路が、指定したインタフェースのルーティングテーブルに存在しない場合、ダウントリガを適用します。
  - ノードダウントリガ
    指定したインタフェースから指定したあて先に ICMP ECHO パケットを送出し応答がない場合、ダウントリガを適用します。
- 障害復旧時の動作
  グループ内でもっとも優先度の高いルータが復旧した場合、同じグループ内のマスタルータはマスタルータを放棄し、バックアップルータとなります。
  自動復旧を望まない環境ではプリエンプトモードを off にすることで、自動復旧を禁止することができます。その場合は、保守作業完了後に「操作メニュー」の「VRRP 手動切り戻し」または vrrp preempt-permit コマンドを実行することでマスタルータの切り替え（切り戻し）ができます。

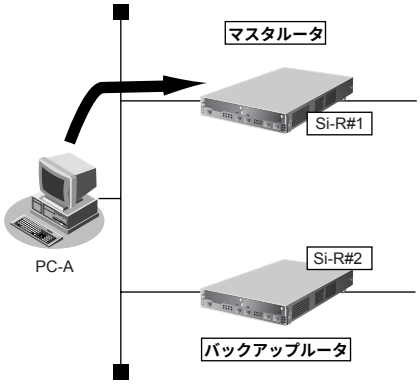
2.24.2　クラスタリング機能

- 通常時の動作
  PC-A グループは VRRP グループ A を、PC-B グループは VRRP グループ B をデフォルトルータとして設定することで、負荷分散を実現できます。また、グループごとにバックアップルータが存在して、ルータを相互にバックアップしているので、グループ A のマスタルータがダウンした場合でもバックアップルータが処理を引き継ぐことができます。

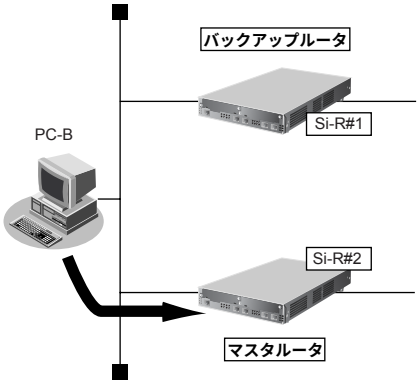


上の図を PC-A グループ、PC-B グループから見たときの構成は以下のようになります。

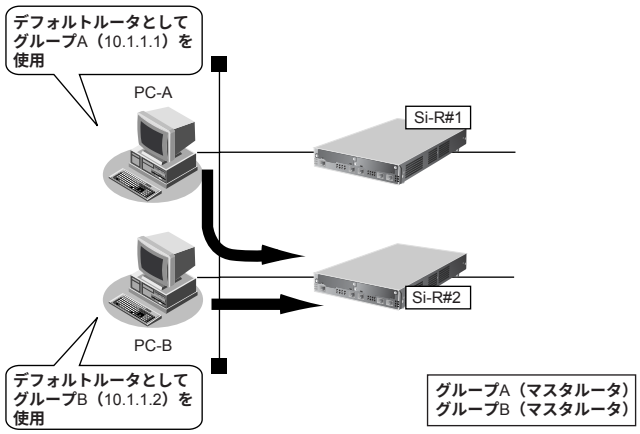
PC-A グループから見たときの構成



PC-B グループから見たときの構成



- 障害発生時の動作
  Si-R#1 がダウンしたとき、グループ A に対するマスタルータは Si-R#2 に引き継がれます。切り替え動作については、「2.24.1 簡易ホットスタンバイ機能」（P.92）を参照してください。



- ダウントリガ
  ダウントリガが適用された場合、VRRP グループの現在の優先度から指定した値を減算した優先度の VRRP ルータとして動作します。
  トリガの種類については、「2.24.1 簡易ホットスタンバイ機能」（P.92）を参照してください。
- 障害復旧時の動作
  「2.24.1 簡易ホットスタンバイ機能」（P.92）と同様の手順で切り替えが発生します。

こんな事に気をつけて

- VRRP 機能は IPv4 だけサポートしています。
- 同一のインタフェースに定義可能な VRRP グループは最大 2 つまでです。
- VRRP グループのグループ ID は、同一装置内で重複しないように設定してください。
- VRRP グループに割り当てる仮想 IP アドレスと実 IP アドレスは、必ず同じサブネットになるよう設定することをお勧めします。
- 同一グループには最大 2 台まで属することができます。
- 同一グループとして使用できるルータは VRRP をサポートする Si-R シリーズだけです。
- 本装置の電源の投入、マスタルータでの設定反映、または装置リセットを実行した場合、バックアップルータがマスタルータとなることがあります。
- VRRP 機能によって切り替えが発生したあと、通信可能となるまでの時間は使用している経路制御プロトコルに依存します。
- VRRP 機能を使用している場合、マスタルータは、VRRP-AD（VRRP Advertisement message：VRRP 広報メッセージ）をバックアップルータに定期的に送信します。バックアップルータは、マスタルータからの VRRP-AD メッセージを受信することで、マスタルータが正常に動作していると判断します。バックアップルータは VRRP-AD メッセージを最後に受信してから一定時間内に次の VRRP-AD メッセージを受信できなかった場合、マスタルータがダウンしたと判断し、新たなマスタルータとして動作します。
- ノードダウントリガを使用する場合、相手ノードに ICMP ECHO パケットを定期的に送信します。そのため、定額制ではない回線を使用している場合は、超過課金の原因になることがあります。このような環境ではノードダウントリガを使わないでください。ルートダウントリガで指定したあて先経路に対してスタティックルートが存在する場合、ルートダウントリガは発生しません。また、ルートダウントリガで指定したあて先経路とすべて同じ経路情報ではない場合でも、デフォルトルートまたはネットワークマスクがより小さい同じネットワークの経路情報が存在したときは、ルートダウントリガは発生しません。
- 簡易ホットスタンバイ機能を使用する場合、ブリッジ機能と併用することはできません。また、ルータと接続する HUB は、STP 機能を無効にしてください。STP 機能を有効にすると、簡易ホットスタンバイで連携している装置と無関係なケーブルの抜き差しによって、故障を検出することがあります。

- VRRP 機能と併用して、以下の機能を使用する場合は注意が必要です。

  マルチ NAT 機能　：切り替え発生時に端末からの通信が途切れることがあります。
  簡易 DHCP サーバ機能　：DHCP スタティック機能を使用しない場合、IP アドレスを更新すると別の IP アドレスが割り当てられることがあります。
  IP フィルタリング機能　：切り替え発生時に端末からの ftp が途切れることがあります。
  課金制御機能　：切り替え発生時に課金情報は引き継がれません。課金情報の累計は 0 から再スタートとなります。
  Proxy DNS　：仮想ルータの IP アドレスを DNS サーバのアドレスとして使用することはできません。
  VPN 機能　：マスタルータとバックアップルータは同じ IPsec トンネル（対象パケットとトンネル出口の IP アドレスが同じ）を設定しないでください。同じ IPsec トンネルを設定した場合、相手装置からの送信パケットを正しいルータで受信することができません。また、自動鍵交換は、仮想 IP アドレスを使用することはできません。

- VRRP 機能は、DNS サーバ機能、タイムサーバ機能および動的 VPN サーバ機能といった本装置上で動作する各種サーバ機能の冗長化を目的として利用することはできません。

参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.27 VRRP 機能を使う」（P.300）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.27 VRRP 機能を使う」（P.701）

2.25 ブリッジ機能

適用機種　全機種

ブリッジ機能とは、異なる LAN を接続し、MAC フレームを中継する機能です。接続形態には、LAN-LAN 接続と LAN-WAN 接続の 2 つがあります。

LAN-WAN 接続でブリッジ接続可能な接続先種別は、以下のとおりです。

- ISDN
- 専用線
- フレームリレー
- ATM
- IP トンネル（Ethernet over IP ブリッジ）
- アナログモデム

本装置では、以下の 3 つの機能をサポートしています。

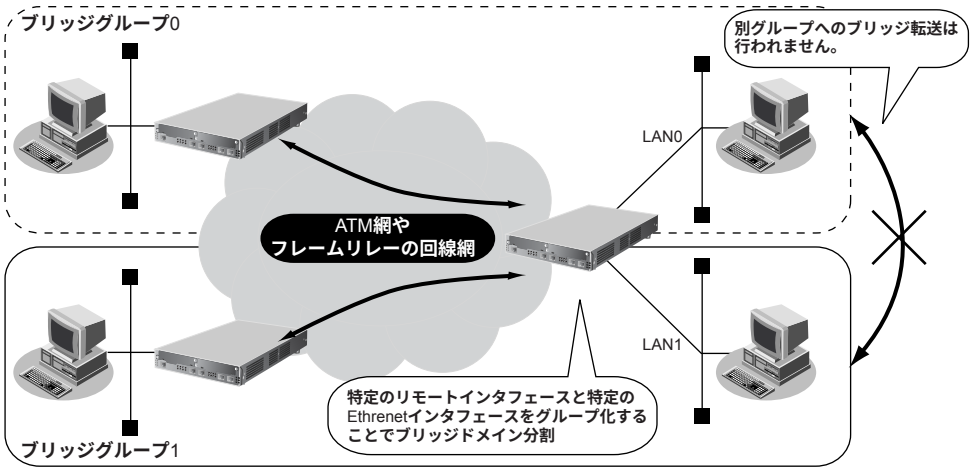
- ブリッジドメインを分割するためのブリッジグルーピング機能
- IP フレームの転送方式（ルーティング／ブリッジ）の選択機能
- 物理的にループ形態になっているネットワークで、MAC フレームの中継が無限にループするのを回避するスパニングツリー機能

それぞれの機能に対応している機種は、以下を参照してください。

参照　Si-R シリーズ　仕様一覧「2.1 ソフトウェア仕様」（P.29）

2.25.1 ブリッジグルーピング機能

ブリッジグルーピング機能とは、各インタフェースにグループ識別子を設定し、それぞれのインタフェースにグループを割り当てることによって、ブリッジ転送が、そのグループ内に閉じた形で行われるようにする機能です。グループを分けることで、以下の図のように、ブリッジ通信を各グループに分離することができます。

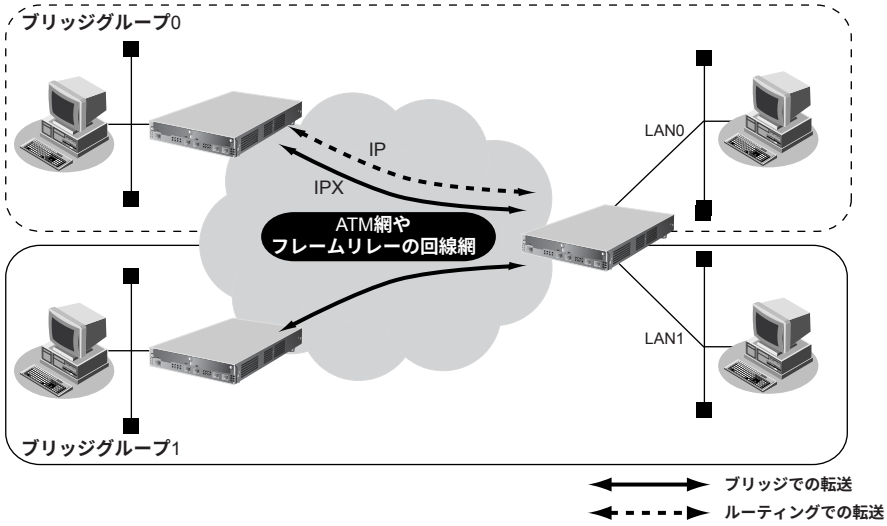


2.25.2　IP フレームの転送方式の選択機能

ブリッジグループ単位で受信したIPv4またはIPv6のフレームを、ブリッジ対象とするかどうかを選択することができます。通常、受信したIPフレームは、ルーティングで転送されます。しかし、ブリッジグループ内でルーティングを無効にした場合、IPフレームはブリッジで転送されます。

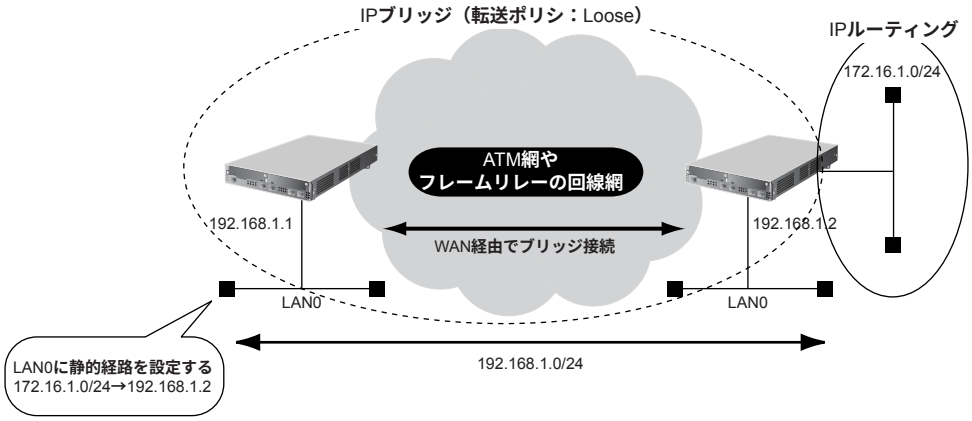
以下に例を示します。

ここでは、グループ0では、IPがルーティングで転送され、IP以外（IPXなど）はブリッジで転送されます。グループ1では、IPおよびIP以外もブリッジで転送されます。



IPフレームをブリッジ対象とした場合、WANインタフェース上ではブリッジで中継されるEthernetフレームだけが送受信され、直接WAN側にEthernetフレームではないIPパケットを送受信することはできません。

よって、IPフレームをブリッジする運用形態では、IPフレームに関する定義はすべてLANインタフェース側で行い、リモートインタフェースではIPフレームに関する定義は行わないでください。WANを経由して相手装置とブリッジで接続されているため、IPフレームをブリッジ対象として運用する場合は、以下の図のようにLAN側に静的経路の設定を行います。その経路に該当するIPパケットは、LAN側に送出される過程でブリッジによってWAN側にも転送されます。そのため、WANの先に存在するネットワークであっても、LAN側に静的経路を設定することで、そのネットワークにブリッジ経由で到達することができます。



転送ポリシ

IPv4 または IPv6 のフレームをブリッジで処理する場合、受信した IP フレームのあて先 MAC アドレスが本装置あてでないとき、その IP フレームはそのままブリッジで転送されます。

受信した IP フレームのあて先 MAC アドレスが受信インタフェースあてで、あて先 IP アドレスも受信インタフェースあての場合は、本装置あての IP フレームとして処理します（これによって Ping の応答やファームウェアの更新などが IP フレームをブリッジで転送するインタフェース上でも可能になります）。

しかし、あて先 MAC アドレスが受信インタフェースあての場合でも、あて先 IP アドレスが受信インタフェースあてではないことがあります。あて先 IP アドレスが受信インタフェースあてでなかった場合は、転送ポリシを設定することによって、その IP パケットを転送するかどうかを選択することができます。

また、IP フレームをルーティングで処理するインタフェースから IP フレームをブリッジで転送するインタフェースへ、ルーティング処理によって受信したパケットを出力する場合も、転送ポリシによって、そのパケットがブロックされるか転送されるかが決まります。

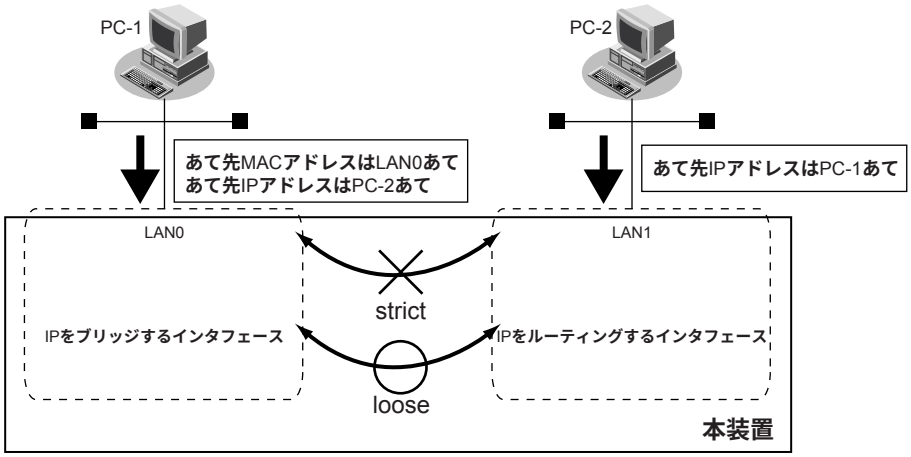
転送ポリシには、以下の 2 つがあります。

- strict
  IPv4 ブリッジを行う場合は、グループ外からグループ内およびグループ内からグループ外へのルーティングによる転送を行いません。
- loose
  IPv4 ブリッジを行う場合は、グループ外からグループ内およびグループ内からグループ外へのルーティングによる転送を行います。

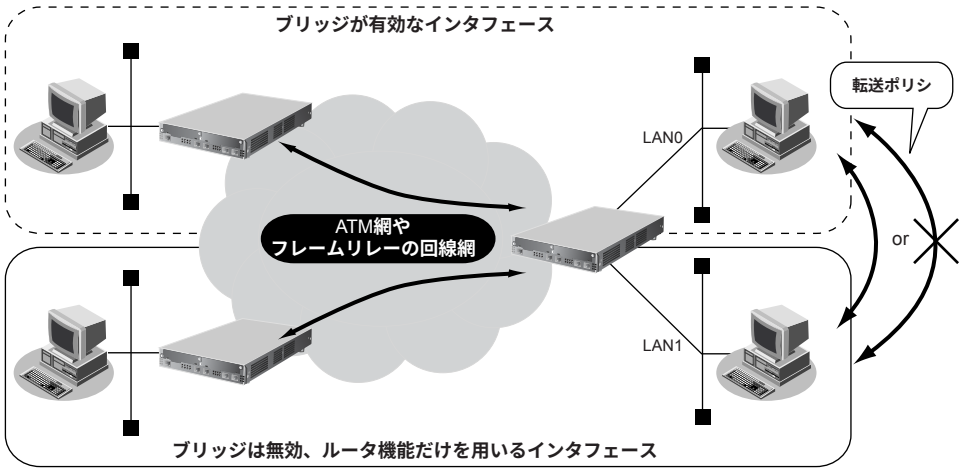
IPv4 ブリッジ動作時にグループ内からグループ外へのルーティングによる転送が行われるのは、受信フレームのあて先 MAC アドレスが受信インタフェースあてであるが、あて先 IP アドレスが受信インタフェースあてでない場合です。

また、IPv4 ブリッジ動作時にグループ外からグループ内へのルーティングによる転送が行われるのは、IPv4 をルーティングするインタフェースで受信したパケットが、ルーティングによって、IPv4 をブリッジするインタフェースへ出力される場合です。

strict の場合、これらの転送をブロックすることで、ブリッジ転送対象外のパケットに対してもグループ内に閉じた通信を行うことができます。



また、以下の図のように、ルータ機能を使用するインタフェースと、ブリッジ機能を使用するインタフェースを同時に動作させることができます。ブリッジが有効なインタフェース上で、IP もブリッジ対象としている場合は、転送ポリシを選択することによって、ルータ機能を用いているインタフェースと IP をブリッジするインタフェースとの間の転送をブロックするかどうかを決めることができます。



複数LANを同じグループに設定してIPv4やIPv6をブリッジする場合、そのグループ内で定義番号がもっとも小さいLANインタフェースがレイヤ3代表インタフェースとなります。

本装置あてのIP通信やIP関連の機能は、そのブリッジグループ内ではレイヤ3代表インタフェースでだけ使用することができます。上記の運用形態でファームウェアの更新やWeb画面設定などを行う場合は、本装置のレイヤ3代表インタフェースに割り当てられたIPアドレスをあて先として作業してください。

また、VLANインタフェースをブリッジグループに含める場合は、1つのVLANインタフェースと、1つまたは複数のリモートインタフェースのグルーピングだけを行うことができます。複数のVLANインタフェースのグルーピングやVLANインタフェースと通常のLANインタフェースのグルーピングは行うことができません。

2.25.3　スパニングツリー機能

スパニングツリー機能とは、物理的にループを構成するブリッジ構成で、複数ある経路のうちの1つだけを通信経路とし、論理的にツリー構造のネットワークを構成する機能です。この機能を使用することによって、システムダウンにつながるようなフレームのループは発生しません。また、使用している経路上になんらかの障害が発生した場合は、自動的にほかの経路を用いてツリー構造を再構成するため、障害に強いネットワークが構築できます。

ヒント

以下にスパニングツリーを構成するうえで重要な語句を説明します。

◆ スパニングツリーを構成するブリッジ

- **ルートブリッジ**
  システム中で最小のブリッジ識別子をもつブリッジをルートブリッジと言います。ルートブリッジはツリー構造の頂点に位置し、システム中に1台だけ存在します。
- **代表ブリッジ**
  1つのLANに接続された複数のブリッジの中で、最小のルートパスコストをもつブリッジ（ルートブリッジに近い）をそのLANの代表ブリッジと言います。ルートブリッジは接続されているすべてのLAN上で代表ブリッジとなります。

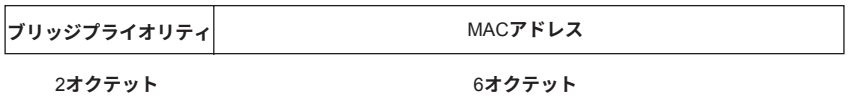
◆ スパニングツリーを構成するブリッジのポート

- **ルートポート**
  フォワーディング状態のポートであり、各ブリッジで最小のルートパスコストのポートがルートポートとなります。ルートポートは、それぞれのブリッジに必ず1つ存在します。
- **代表ポート**
  フォワーディング状態のポートです。1つのLAN上に複数接続したポートの中に1つだけ存在します。ルートブリッジのすべてのポートは、接続されたLAN上の代表ポート（代表ブリッジ）となります。

- **ブロッキングポート**
  ブロッキング状態のポートであり、MAC フレームは中継しません。ルートポートでも代表ポートでもないポートがブロッキングポートとなります。
  ＜フレームの中継動作＞
  - フォワーディング
    MAC フレームを中継します。また、MAC アドレス情報の学習を行います。
  - ブロッキング
    MAC フレームは中継しません。また、MAC アドレス情報の学習を行いません。

◆ ツリー構造を構成するための要素

- **ブリッジ識別子**
  ブリッジ識別子は、最小のブリッジプライオリティ（任意に指定）とポート番号のポートがもつ MAC アドレスの 2 つのフィールドから構成されます。ブリッジ識別子とルートパスコストにより、構成するツリー構造の各ブリッジの優先度を決めます。同じ値のブリッジプライオリティが設定されたブリッジは、MAC アドレスにより識別されますが、通常はブリッジプライオリティ＝ブリッジ識別子となります。



- **ルートパスコスト**
  各経路にコストが割り当てられると、各ブリッジはそのブリッジからルートブリッジへ達するいくつかの経路にそれぞれ対応して、1 つまたは複数のコストをもちます。この中で最小のコストをブリッジでのルートパスコストと言います。

☛ 参照 「＜ルートパスコストの算出＞」（P.108）

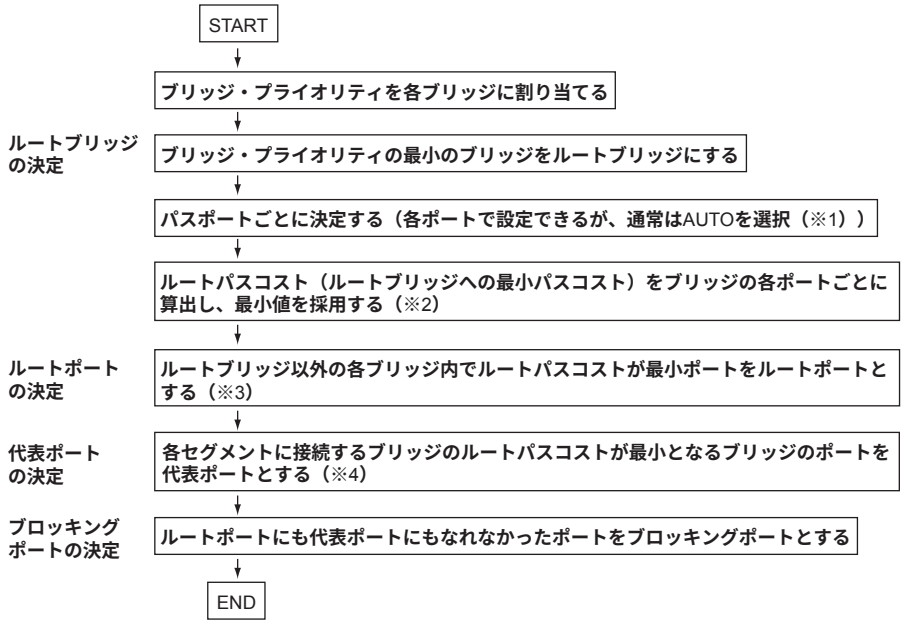
- **構成 BPDU**
  論理的なツリー構造を構成するためにブリッジ間でやり取りされるブリッジ・プロトコル・データ・ユニット（Bridge Protocol Data Unit）です。ルートブリッジに接続しているすべてのネットワークに、構成 BPDU を定期的に送出します。
  ＜ポートによる構成 BPDU の制御＞
  - 代表ポート
    構成 BPDU を定期的に送信します。
  - ルートポート
    構成 BPDU を受信しますが、送信しません。
  - ブロッキングポート
    構成 BPDU を受信しますが、送信しません。
- STP ドメイン
  1 台のルートブリッジを頂点として、スパニングツリーが動作しているエリアを STP ドメインと言います。構成 BPDU の送受信をポートごとに停止できるブリッジは、構成 BPDU の送受信を停止することにより、そのポートを境界に STP ドメインを分離することができます。ドメインを分離する設定にしたポートと STP ドメイン内のポートでのブリッジは正常に中継しますが、ツリー構造は分離されたことになります。

ポートの種類と状態を以下に示します。

	ポート状態	MAC フレームの中継	MAC アドレスの学習	構成 BPDU の送受信	備考
代表ポート	フォワーディング状態	する	する	定期的に送信する	LAN 上に 1 つ存在 ルートブリッジはすべてのポート
ルートポート	フォワーディング状態	する	する	受信する 送信しない	ルートブリッジ以外のブリッジに必ず 1 つ存在
ブロッキングポート	ブロッキング状態	しない	しない	受信する 送信しない	代表ポート、ルートポート以外のポート
	リスニング状態	しない	しない	受信する 送信する	
	ラーニング状態	しない	する	受信する 送信する	

ルートポート・代表ポート・ブロッキングポートの決定手順

各種ポートの決定手順を以下に示します。



※ 1）本装置は伝送路タイプではなく、伝送速度でポートのデフォルトコストが決まります。
フレームリレーの場合、ポートの CIR 値が伝送速度となります。
AUTO 選択時のデフォルトコスト値を以下に示します。

伝送速度	デフォルトコスト値
1M ≧速度	1000
1.5M ≧速度＞ 1M	667
4M ≧速度＞ 1.5M	250
6M ≧速度＞ 4M	167
10M ≧速度＞ 6M	100
16M ≧速度＞ 10M	62
20M ≧速度＞ 16M	50
25M ≧速度＞ 20M	40
40M ≧速度＞ 25M	25
80M ≧速度＞ 40M	12
速度＞ 80M	10

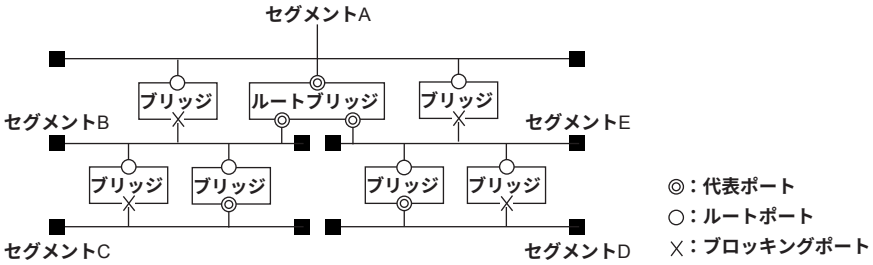
※ 2）・ルートパスコストは、ルートブリッジからの経路で構成 BPDU パケットが入力するポートのパスコストの合計であり、最小値を採用します。
・ルートブリッジのパスコストは 0 です。

※ 3）・ルートポートは、各ブリッジごとに 1 つ存在します。
・ルートパスコストが同じ場合、ポート識別子が小さいポートを採用します。

※ 4）・代表ポートは、各セグメントごとに 1 つ存在します。
・最小値となるポートが 2 ポート以上ある場合、ブリッジプライオリティが小さいブリッジのポートを採用します。

スパニングツリーでのフレームと構成 BPDU の流れ

以下のような構成（ポート状態）になるように、各ブリッジのブリッジプライオリティ、パスコストを設定した場合のフレームと構成 BPDU の流れについて説明します。

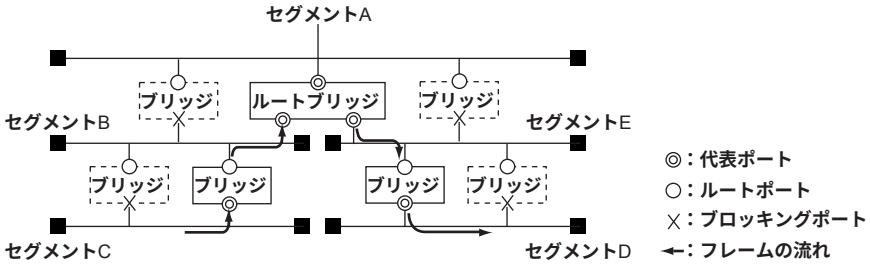


スパニングツリーでのフレームの流れ

ノードから発信したフレームは、そのセグメント上の代表ポートをもつブリッジ（代表ブリッジ）が中継します。フレームを受け取った代表ブリッジは、あて先 MAC アドレスにより、どのセグメントに中継するかを判断し（MAC アドレス学習機能）、該当するセグメントにルートポートを介してフレームを中継します。ブロッキングポートを介してフレームは中継しません。

その先のブリッジでも同様に中継しますが、ルートブリッジがフレームを受け取った場合、代表ポートを介して次のセグメントにフレームを中継します（ルートブリッジのポートはすべての LAN に対して代表ポートです）。そのため、その先でフレームを中継するブリッジはルートポートでデータを受け取り、代表ポートを介して次のセグメントにフレームを中継します。ルートポートをもつブリッジがセグメント上に複数存在する場合、経路をブロッキングポートで 1 つに制限し、ルートブリッジ方向またはほかの経路に再びフレームは中継しません。

上の図のセグメント C からセグメント D への通信のフレームの流れを以下の図に示します。セグメント上は、図のような通信経路だけとなり、フレームはループしないであて先に中継します。

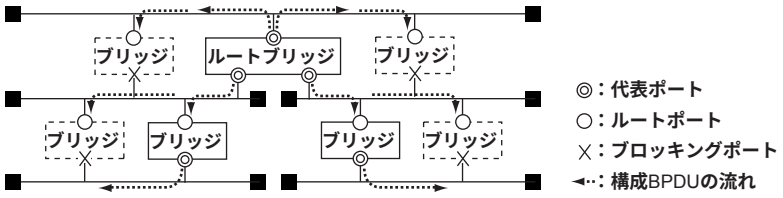


※) [ ] のブリッジは通信経路として使用されません

スパニングツリーでの構成 BPDU の流れ

ルートブリッジは、Hello タイム（1 ～ 10 秒（推奨値 2 秒））間隔で接続しているすべてのネットワークに構成 BPDU を送出します。構成 BPDU は、グループ MAC アドレス 800143000000 をもっており、それぞれのブリッジはこのグループ MAC アドレスを認識します。このとき、代表ブリッジはパスコストとタイミング情報を更新し、構成 BPDU を下流へ転送します。

構成 BPDU はルートブリッジから発信され、ツリー構造に沿ってすべてのネットワークに行き渡ります。スパニングツリー構成は、構成 BPDU の代表ブリッジからの定期的な送信により維持されます。



※) [ ] のブリッジは通信経路として使用されません

ツリー構造の再構成

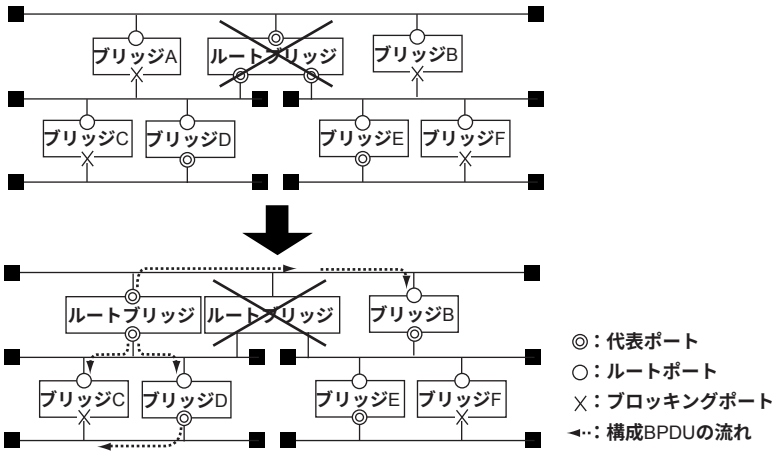
スパニングツリーのツリー構造は、構成 BPDU で維持します。以下のような原因により、タイマ値 STP bridge Max age（推奨値 20 秒）以内に、この構成 BPDU が下流のブリッジに届かなかった場合、ブリッジは障害と判断し、ツリー構造を再構成します。

- ルートブリッジがダウンし、システム全体で構成 BPDU の受信が停止
- ツリー構造の上流に位置するブリッジがダウンし、その下流で構成 BPDU の受信が停止

以下の図でルートブリッジがダウンした場合のツリー構造の再構成について説明します。

新ルートブリッジの決定

ルートブリッジがダウンした場合、システム中でルートブリッジの次に小さいブリッジプライオリティをもつブリッジが新ルートブリッジとなります。新ルートブリッジは、接続した各 LAN に構成 BPDU を送信し、それを受け取った各ブリッジにより、ツリー構造を再構成します。以下の図では、ブリッジ A が新ルートブリッジに切り替わることを示しています。



ブロッキングポートの中継可能状態への変化

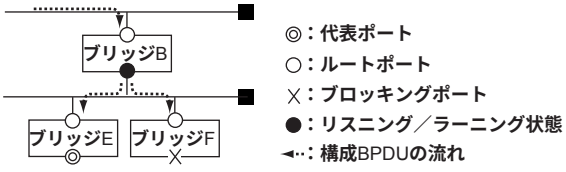
ツリー構造の再構成にともない、ブロッキングしているポートが中継できる状態に変化します。しかし、すべてのブリッジに新しい構成 BPDU が届いていない状態で、1 部のブリッジのポート状態が変化すると、ループ状態となることがあります。そのため、ポートがブロッキング状態からフォワーディング状態に切り替わる間、中間的なポート状態を置き、すべてのブリッジのツリー構成情報を更新し、ツリー構造が確立するのを待ちます。

ブロッキング状態からフォワーディング状態に切り替わるまで以下の 2 つの中間状態があります。それぞれの中間状態の待ち時間 STP bridge forward delay（推奨値 15 秒）でポート状態が変化します。

＜中間状態＞

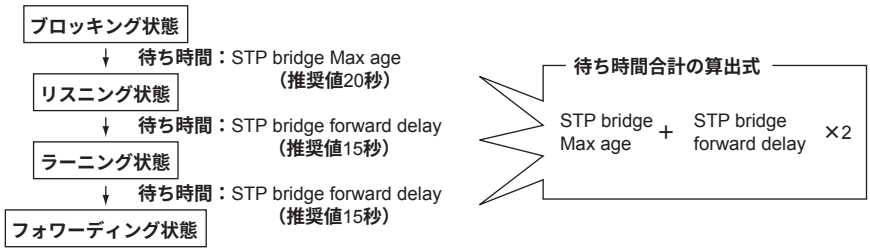
- リスニング状態
  MAC フレームを中継しません。また、MAC アドレス情報の学習を行いません。構成 BPDU を受信します。必要であれば送信します。
- ラーニング状態
  MAC フレームを中継しませんが、MAC アドレス情報の学習は行います。構成 BPDU を受信します。必要であれば送信します。

したがって、以下のブリッジ B のブロッキングポートは、フォワーディング状態になる前に、リスニング、ラーニング状態で構成 BPDU を下流へ送信します。



ポート状態変化の待ち時間

ポートがブロッキング状態からフォワーディング状態に切り替わる待ち時間の合計は、以下の式により算出できます。待ち時間のパラメタに、推奨値を採用する場合は、約 50 秒（20 ＋ 15 × 2）でフォワーディング状態に切り替わります。



ツリー構造の確立

ツリー構造の再構成によって、ポート状態が変化したブリッジは、構成変更を通知する構成 BPDU を、ルートポートを介して上流ブリッジに送信します。構成変更通知 BPDU はツリー構造に沿って上流ブリッジに中継され、最終的にルートブリッジまで中継されます。

構成変更通知 BPDU を受信したルートブリッジは、定期的に送信している構成 BPDU の中の構成変更フラグを ON にして各ブリッジに送信します。構成変更フラグが ON となった構成 BPDU を受信したブリッジは、MAC アドレス学習テーブルのエントリ（通常は 5 分でタイムアウト）を早めに削除するために、各エントリのタイムアウト値を STP bridge forward delay（転送遅延）に変更し、学習テーブルを短時間で更新します。以上の動作でツリー構造は動的に再構成します。

スパニングツリー機能を利用したネットワーク設計

スパニングツリーでのパラメタ

スパニングツリーでは、設計したツリー構成やツリー性能を実現させるために、いくつかのパラメタをブリッジに設定します。このパラメタにより、ツリー構成とツリー性能を決定します。

＜ツリー構成を決定するパラメタ＞

以下のパラメタにより、ツリー構成を決定します。

パラメタ	設定対象	備考
ブリッジプライオリティ（STP bridge priorty）	ブリッジごと	ブリッジごとに設定し、小さい値を設定したブリッジを優先経路として使用します。ルートブリッジとなるブリッジには、システムの中での最小値を設定します。
ポート識別子（STP port identifier）	ポートごと	ルートパスコストとブリッジ識別子の判断がつかない場合は、ポート識別子の小さいポートが代表ポートとなります。ただし、ブリッジ識別子には、MAC アドレスが含まれているため、ポート識別子で代表ポートが決定することはほとんどありません。
パスコスト（STP port path cost）	ポートごと	ルートポート（上流ブリッジへの経路）を決めます。パスコストとブリッジプライオリティにより代表ポート（代表ブリッジ）を決めます。ブリッジでポートごとに設定し、小さい値のルートが選択されます。伝送速度の遅いルートは高いコストを設定し、バックアップ用にします。 パスコストは、デフォルト値（1000 ÷伝送速度 Mbps）を用いることをお勧めします。

＜ツリー性能を決定するパラメタ＞

以下のパラメタにより、ツリー性能（障害時のルート変更時間など）を決定します。

パラメタ	設定対象	備考
Hello タイム （STP bridge hello time）	ブリッジごと	ルートブリッジがツリー構成を確認するために発信する構成 BPDU の送出間隔です。 推奨値は 2 秒です。
最大寿命 （STP bridge Max age）	ブリッジごと	構成 BPDU が届かなくなったためにツリーの再構成を始めるタイマ値です。 ツリー構成の末端のブリッジに届くまでの遅延時間により異なりますが、推奨値は 20 秒です。 同じタイミングで再構成するために、同じネットワーク内のブリッジは同じパラメタで設定します。
転送遅延 （STP bridge forward delay）	ブリッジごと	ブロッキング状態からフォワーディング状態に切り替わるまでの中間状態での待ち時間です。 この時間が短い場合、リスニング状態でツリー構成全体の同期がとれなくなります。ラーニング状態では、MAC アドレス学習テーブルの学習が不十分なために、すべてのポートに中継してしまう場合やループ状態になる場合があります。また、時間が長い場合は、ツリーの再構成に必要とする時間が長くなります。 推奨値は 15 秒です。

＜その他のパラメタ＞

パラメタ	設定対象	備考
STP ドメインの分離 （STP domainSeparation）	ポートごと	ブリッジの各ポートに、STP ドメインを分離するかどうかを設定します。 STP ドメインを分離すると、そのポートから構成 BPDU の送信を停止し、そのポートを境界にツリー構成は分離されます。ただし、構成 BPDU 以外のフレームは中継します。 本装置では、WAN 側は STP ドメインを分離し、LAN 側は STP ドメインを分離しません。ON：分離する、OFF：分離しない、で設定します。

スパニングツリーでのネットワーク設計のポイント

スパニングツリー機能を使用して、ツリー構成を設計するポイントを以下に説明します。

＜ルートブリッジの決定のポイント＞

まず、ルートブリッジを決め、システム内で最小のブリッジプライオリティを設定します。ルートブリッジはツリー構造の頂点に位置し、トラフィックが集中する傾向にあるため、ルートブリッジを決める場合は以下の点に注意してください。

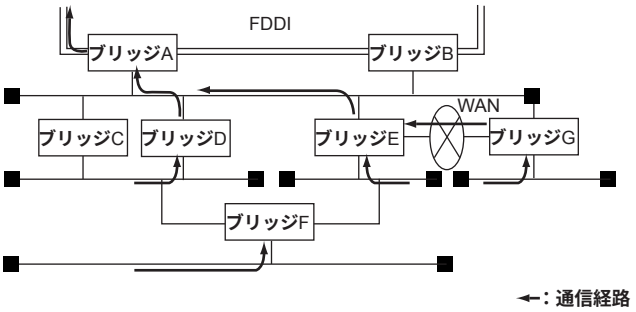
- 各セグメントのトラフィックが均一になるようにバックボーン（FDDI など）に近いブリッジをルートブリッジとします。
- むだなトラフィックがルートブリッジを経由しないようにエンドノートの配置に注意します。たとえば、常に通信しているような端末や大量のトラフィックを通信する端末はルートブリッジを経由しないように配置します。

＜ルートブリッジの障害時の対応＞

障害が起き、ルートブリッジがダウンすると、ツリーは新ルートブリッジで再構成します。ただし、新ルートブリッジの位置により、ツリー構成がすべて変わる場合があります。そのため、ルートブリッジの障害を想定し、ツリー構成の変更が小さい新ルートブリッジを決め、システム中で 2 番目に小さいブリッジプライオリティを設定します。

スパニングツリーでのツリー構成の設計

スパニングツリー機能を使用するツリー構成の設計について、以下の構成例を用いて説明します。



＜ツリー構成範囲の決め方＞

ブリッジの中でツリー構成（スパニングツリー動作範囲）に組み込むブリッジを決めます。まず、ブリッジEからWANの先に位置するブリッジGは、ツリー構成に含む必要もなく、WAN回線上に余計なトラフィック（構成BPDU）を流さないために、ブリッジEのWAN側のポートでSTPドメインを切り離します。なお、FDDIの先にはツリー構成に入るブリッジが存在しないため、ブリッジA、ブリッジBのFDDIポートもSTPドメインを切り離します。

＜ルートブリッジの決定（ブリッジプライオリティの設定）＞

ツリー構成を設計する場合は、まずルートブリッジを決める必要があります。上の図のネットワーク構成では、ブリッジAとブリッジBがバックボーンとなるFDDIに接続しており、ブリッジAをルートブリッジに、ブリッジBをルートブリッジ障害時の新ルートブリッジになるように設計します。よって、ブリッジAに1番小さなブリッジプライオリティを、ブリッジBに2番目に小さいブリッジプライオリティを設定します。

その他のブリッジは実現する通信経路を考慮し、ルートブリッジに近い上流ブリッジより、小さな値を設定します。

＜ポートの設計（パスコストの設定）＞

各ブリッジのポートごとにパスコストを設定し、ブリッジのポート状態を設計します。ルートパスコストがポート状態を確立します。ルートパスコストは以下の計算により算出できます。

＜ルートパスコストの算出＞

各ブリッジのポートごとに「代表コスト+パスコスト」を算出し、各ブリッジ中で最小の値をそのブリッジのルートパスコストとします。

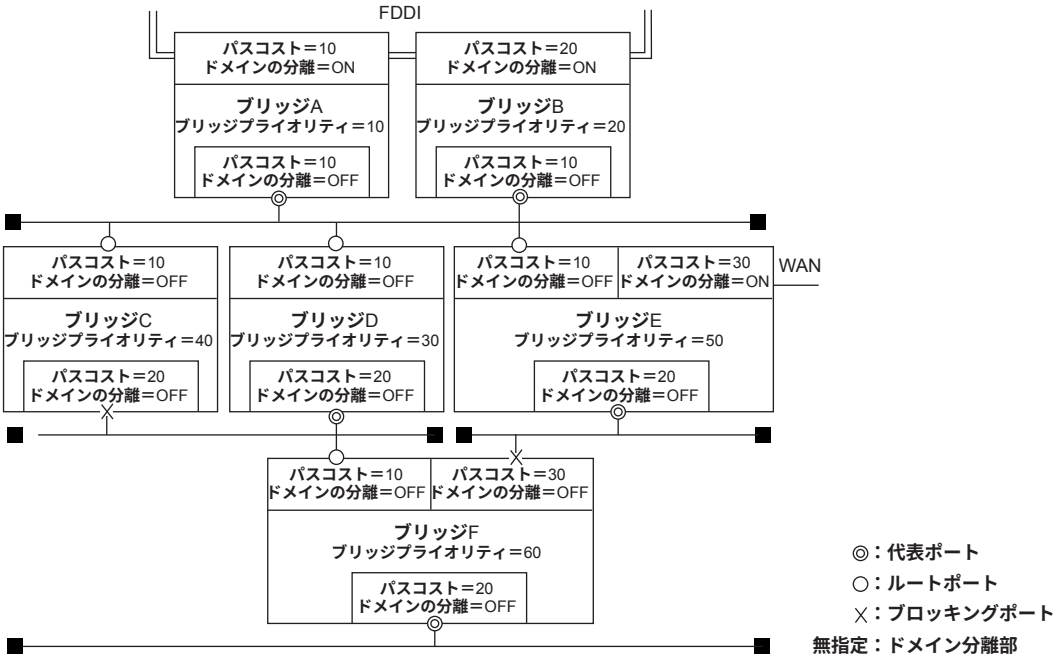
- 代表コスト
  そのポートが接続しているLAN上の代表ブリッジのルートパスコストです。構成BPDUの受信により、各ポートに自動的に設定されます。

設計上でルートパスコストを意識することは困難です。そのため、設計段階ではルートパスコストを使用せず、ブリッジプライオリティとパスコストでポート状態を設計します。たとえば、LAN上に2台のブリッジが存在した場合、経路とするブリッジの方を他方のブリッジよりブリッジプライオリティを低く設定します。ブリッジの中で経路となるポートには、そのブリッジの中で低いパスコストを設定します。

＜各ブリッジの設定状態＞

以下に、実際にブリッジに設定した各パラメタの値を示します。

ブリッジ F の左ポートのパスコストが 10 + 10 = 20、右ポートのパスコストが 10 + 30 = 40 により、ブリッジ F の左ポートがルートポートとなります。



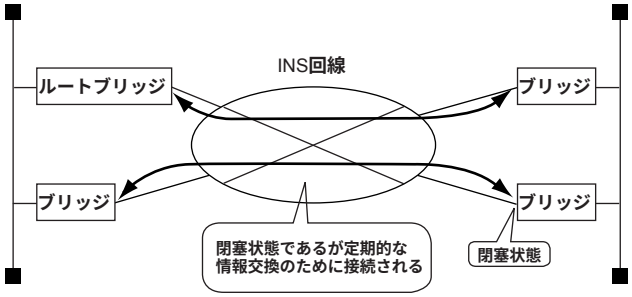
こんな事に気をつけて

- 本装置では、ファームウェアの更新や SNMP での監視などの目的で IPv4 の IP アドレスを使用します。そのため、IPv4 の IP アドレスを設定しないで運用することはできません。IPv6 およびブリッジだけを使用しているネットワークで運用する場合でも、どれかの LAN インタフェースに必ず IPv4 の IP アドレスを設定してください。
- ブリッジ学習テーブル生存時間は、グループ 0 に設定した値がすべてのグループで使用されます。
- VLAN でバインドされたインタフェースでブリッジを行うことはできません。
- VLAN インタフェースをブリッジグループに含める場合は、1 つまたは複数のリモートインタフェースと VLAN インタフェースでだけグルーピングできます。
- 本装置のブリッジ MAC 学習は、異なる VLAN 上で同一の MAC アドレスを学習することはできません。本装置は、唯一装置がもつ学習テーブルを各 VLAN が共有する SVL（Shared VLAN Learning）と呼ばれる方式で学習を行っています。VLAN インタフェースでブリッジを行う場合は、異なる VLAN 上に同一の MAC アドレスを持つネットワークと接続しないでください。
- IP フレームをブリッジする場合、そのブリッジグループに属するインタフェース上では、以下の機能を利用することができます。それ以外の機能は、IP フレームをブリッジするインタフェース上では利用できません。また、複数の LAN インタフェースを同じグループに含めて IP ブリッジをする場合は、同じグループ内で定義番号がもっとも小さい LAN インタフェースでだけ以下の機能を利用できます。
  - FTP（ファームアップデートなど）
  - telnet
  - Web ブラウザによる設定
  - syslog の送信
  - SNMP エージェント、Trap 送信
  - ダイナミックルーティング

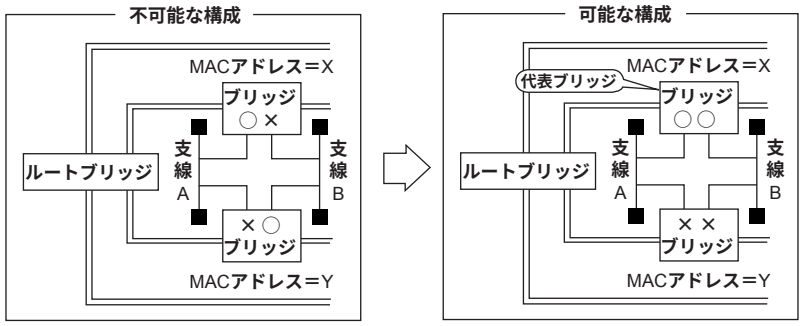
  IP フレームをブリッジする場合に、転送ポリシを loose に設定したときだけ、ブリッジグループ外とルーティングが行われます。また、ブリッジドメイン内は唯一の IP セグメントであることに注意してダイナミックルーティングを使用してください。

スパニングツリー機能を使用する場合は、以下の点に注意してください。

- スパニングツリー機能は、グループ 0 でだけ動作します。
- VLAN インタフェースでは、STP を使用できません。
- 従量課金回線を使用時の留意点
  LAN-WAN-LAN の接続形態でスパニングツリー機能を使用する場合は、LAN の接続形態と同様にブリッジ間で構成 BPDU を定期的に送受信します。そのため、通常回線に INS 回線などの従量課金回線を使用する場合、構成 BPDU の送信により発呼したり、回線がつながったままになる場合があります。



- 複数支線の構成時の留意点
  以下のように 2 台のブリッジ間に複数の支線が接続する構成の場合は、支線ごとに中継するブリッジを選択することはできません。
  代表ポート（各支線に中継するポート）は、以下の順序で決めます。
  (1)ルートパスコストの低いブリッジ
  (2)ブリッジ識別子（ブリッジプライオリティ＋MAC アドレス）
  　ただし、複数の MAC アドレスをもつ場合は装置の代表 MAC アドレスを使用します。
  (3)ポート識別子（ポートプライオリティ＋ポート番号）
  したがって、以下のように 2 台のブリッジ間に複数の支線が接続する構成の場合は、2 台のブリッジに同じブリッジプライオリティ／パスコストを設定できます。しかし、同じ MAC アドレスは使用できないため、同じブリッジ識別子は設定できません。どちらかが代表ブリッジになり、すべての支線を中継します。

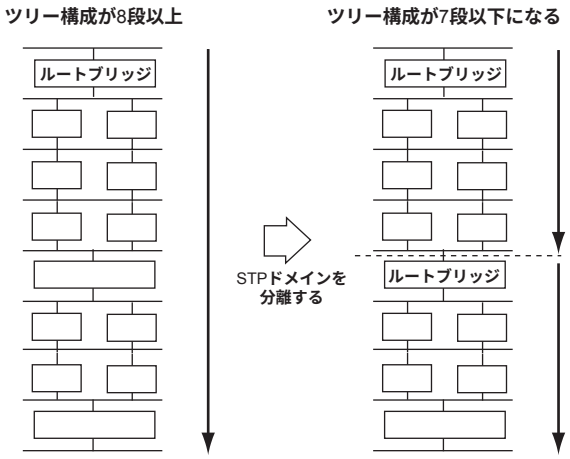


- **国際標準からのツリー構成**
  国際標準では、ツリー構成の段数は最大 7 段をお勧めしています。これは、各性能に関するパラメタを推奨値（デフォルト値）で運用した場合にシステムがどのような条件で運用しても、スパニングツリー機能が正常に動作することを保証できる値です。
  推奨値の最大 7 段は、以下の式より算出できます。

  最大寿命÷（Hello タイム＋構成メッセージの最大遅延時間）＋ 1
  ＝ 20 ÷（2 ＋ 1）＋ 1
  ≒ 7

  ツリー構成の段数が 7 段を超える場合は、以下の 2 つの対応方法があります。
  - **構成するすべてブリッジの最大寿命を長くします。**
  - **STP ドメインを分離します。**

  前者は変更規模が大きくなり構成を変更する時間が長くなるため、後者での対応をお勧めします。



参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集「2.32 ブリッジ／STP 機能を使う」（P.316）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集「2.32 ブリッジ／STP 機能を使う」（P.726）

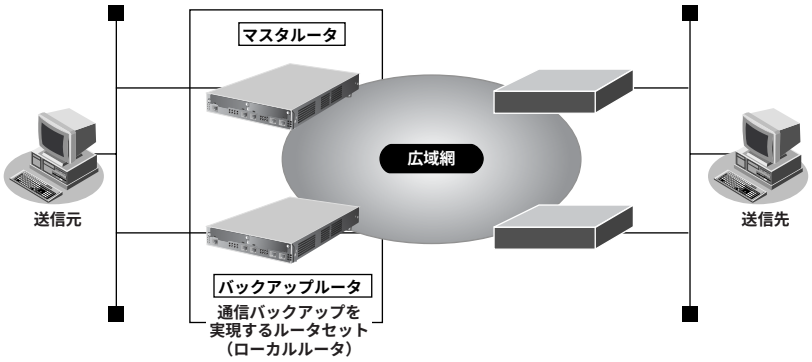
2.26 通信バックアップ機能

適用機種　全機種

通信バックアップ機能とは、通信障害が発生した通信パスを検出した場合に、迂回通信パスを利用することで、エンドツーエンドの通信を維持する機能です。通信バックアップ機能は、以下の 2 つの機能の組み合わせで実現されます。

- 通信障害の検出機能
- 検出された通信障害に対する通信パス迂回機能

ここでは、以下の図のネットワーク例に基づいて説明します。



こんな事に気をつけて

ここでは片方向通信について説明していますが、一般的なクライアントーサーバモデルの通信は、「クライアントからサーバへの通信（主に要求）と「サーバからクライアントへの通信（主に応答）」が成立して初めて成立します。このため、実際に利用する場合は、本書を参考にして、双方向の通信が成立するようにネットワーク設計を行ってください。

2.26.1　通信障害の検出機能

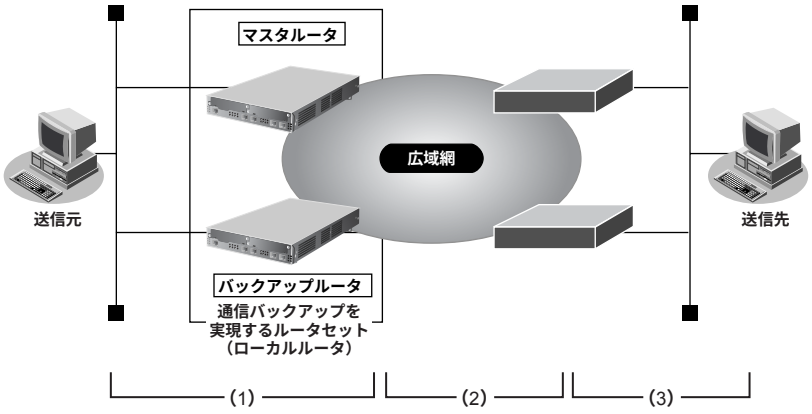
通信障害はさまざまな要因で発生します。その要因は、主に、以下の3つに分類することができます。

（1） 送信元とローカルルータとの間の到達性喪失を要因とする通信障害

（2） ローカルルータと隣接ルータとの間の到達性喪失を要因とする通信障害

（3） 隣接ルータと送信先との間の到達性喪失を要因とする通信障害

それぞれ障害が発生する箇所について、以下に示します。



ここでは、それぞれの要因ごとに、本装置の障害検出機能について説明します。

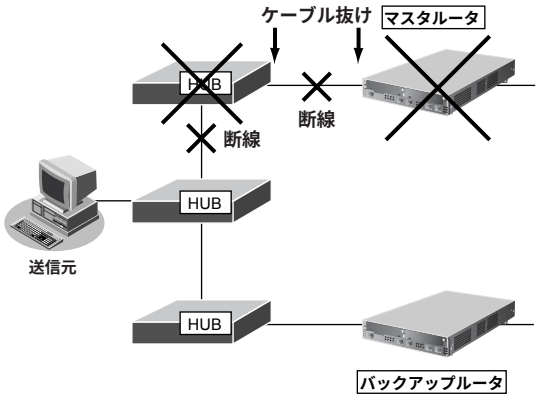
（1） 送信元とローカルルータとの間の通信障害

送信元とローカルルータとの間の通信障害には、以下の要因が考えられます。

- マスタルータとローカルネットワークとの間の障害（ケーブル断線、ケーブル抜け、HUB の故障など）
- マスタルータの故障

これらの障害に対する本装置の検出方法と障害検出可能な箇所は、以下のとおりです。

- VRRP 機能を利用した障害検出（IPv4）
- ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出



以下に、それぞれの検出方法について説明します。

VRRP 機能を利用した障害検出（IPv4）

本装置では、VRRP（Virtual Router Redumdancy Protocol）をサポートしています。この障害検出方法は、送信元でダイナミックルーティングプロトコルが利用できない（しない）場合に利用します。

マスタルータとバックアップルータ間で VRRP を利用する場合、ローカルネットワーク上では 1 台のルータ（仮想ルータ）だけ動作しているように見えます。そのため、マスタルータが故障した場合も、Ethernet 上のほかのノードはその故障を検出する必要はありません。

マスタルータは、定期的にバックアップルータに VRRP-AD パケットを送信します。バックアップルータは、VRRP-AD パケットを一定時間受信できなかった場合に、VRRP でマスタルータの障害を検出します。障害復旧は、バックアップルータが VRRP-AD パケットを受信することによって検出されます。

ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出

本装置では、いくつかのダイナミックルーティングプロトコルをサポートしています。この障害検出方法は、送信元でダイナミックルーティングプロトコルを使用する場合に利用します。

どのダイナミックルーティングプロトコルも、定期的に制御データが送信されています。制御データを一定時間受信できなかった場合に、バックアップルータは経路喪失としてマスタルータの障害を検出します。障害復旧は、バックアップルータが制御データを受信することによって検出されます。

（2） ローカルルータと隣接ルータとの間の通信障害

ローカルルータと隣接ルータとの間の通信障害には、以下の要因が考えられます。

- ローカルルータと隣接ルータとの間の障害（ケーブル断線、ケーブル抜け、広域網障害など）
- 隣接ルータの故障

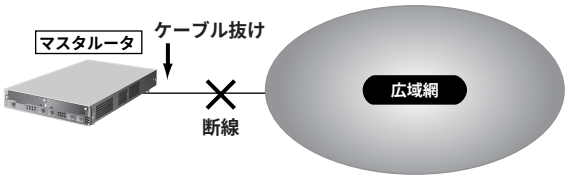
これらの障害に対する本装置の検出方法と障害検出可能な箇所は、以下のとおりです。

- ハードウェアによる障害検出
- データリンクプロトコルを利用した障害検出
- 接続先監視機能を利用した障害検出
- ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出

以下に、それぞれの検出方法について説明します。

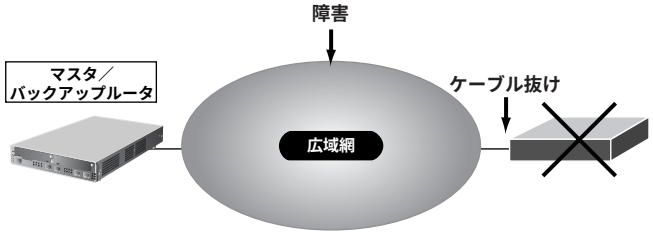
ハードウェアによる障害検出

この障害検出は、物理回線を直接利用して隣接ルータと通信する場合に利用できます。IPsec および IP トンネルでは利用できません。この方法で検出された障害は、物理回線を直接利用して通信できない障害と判断されます。



データリンクプロトコルを利用した障害検出

この障害検出方法は、ローカルルータと隣接ルータとの間で以下の接続先種別を利用している場合に利用できます。この方法で検出された障害は、この接続先が利用できないと判断されます。



- フレームリレーを利用する場合
  PVC状態確認手順（ITU-T Q.933 Annex A）を利用した場合、本装置および相手装置は周期的にリンク状態を問い合わせるメッセージを送出します。それに対して網からリンクの状態を表示するメッセージを受信します。本装置では10秒ごとに「状態問い合わせ」メッセージを送信します。最新の4回の「状態問い合わせ」メッセージの送信に対して、「状態表示」メッセージの未受信または無効メッセージ受信のエラーを3回以上検出した場合に、本装置と網間の通信障害が検出されます。検出復旧は、3回連続して正しい「状態表示」メッセージを受信することによって検出されます。
  また、6回の「状態問い合わせ」メッセージを送出するごとに完全な状態表示を要求することになり、本装置と相手装置間のPVC状態を把握することができます。
- ATMを利用する場合
  wan atm oam定義またはremote ap atm oam定義によってOAM受信を有効にした場合に、OAMによる網からの故障通知受信で通信障害が検出されます。障害復旧は、網からの故障通知を5秒間以上受信しないか、または通常データを受信することによって検出されます。
- ISDNを利用する場合（常時接続機能利用時のみ）
  ISDNで常時接続機能を利用した場合は、回線切断の発生が通信障害として検出されます。また、障害復旧は回線接続によって検出されます。
- PPPoEを利用する場合（常時接続機能利用時のみ）
  PPPoEで常時接続機能を利用した場合は、PPPoEセッション切断の発生が通信障害として検出されます。また、障害復旧はPPPoEセッション接続によって検出されます。

接続先監視機能を利用した障害検出

本装置は、確認先装置に対して定期的にICMP echo requestを送信して、その応答を受信することによって到達性を確認するL3監視機能をサポートしています。

以下の機能で、通信バックアップのための通信障害を検出することができます。

- VRRPノードダウントリガ機能（IPv4）
  VRRPノードダウントリガ機能は、IPv4通信が利用できる任意の接続先種別で利用できます。この方法で検出された障害は、VRRP機能の中で判断されます。また、障害復旧はICMP echo replyの受信によって検出します。
- 接続先監視機能
  接続先監視機能は、以下の接続先種別でIPv4通信が可能な場合に利用できます。この方法で検出された障害は、この接続先が利用できないものとして判断されます。また、障害復旧は、ICMP echo replyの受信によって検出されます。
  - 専用線
  - フレームリレー
  - ATM
  - ISDN（常時接続機能利用時のみ）

- PPPoE（常時接続機能利用時のみ）
- IP トンネル
- IPsec
- overlap

こんな事に気をつけて

装置起動や設定反映によって本装置が動作を開始した直後は、障害が発生していなくてもL3監視機能が障害と検出する場合があります。これは、監視タイムアウトが発生するまでに周辺ネットワークが通信可能状態まで達することができない場合に発生します。これは、監視タイムアウト時間を十分に長くすることにより回避することができます。

ダイナミックルーティングを利用した障害検出

「送信元とローカルルータとの間の通信障害」（P.113）の方法と同様です。

（3） 隣接ルータと送信先との間の通信障害

隣接ルータと送信先との間の通信障害には、以下の要因が考えられます。

- 隣接ルータから送信先までの経路制御障害

この障害に対する本装置の検出方法は、以下のとおりです。

- 接続先監視機能を利用した障害検出
- ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出

以下に、それぞれの検出方法について説明します。

接続先監視機能を利用した障害検出

「ローカルルータと隣接ルータとの間の通信障害」（P.114）の方法と同様です。

監視先を送信先に設定することによって、隣接ルータの先の通信障害まで検出できます。

こんな事に気をつけて

L3監視機能を利用して双方向通信の相互監視を行う場合は、互いに隣接ルータを監視するように設定してください。隣接ルータより先の装置を監視した場合、ICMP echo replyは、迂回経路を利用して監視元に転送されます。迂回経路でも通信障害が発生した場合、障害が復旧してもICMP echo replyが監視元に到達できなくなるため、復旧検出が行うことができなくなります。

ダイナミックルーティングを利用した障害検出

ダイナミックルーティングを利用した場合、隣接ルータからの経路喪失の通知によって検出されます。障害復旧は、隣接ルータからの経路通知により検出されます。

接続先閉塞機能

本装置は定義された接続先ごとに通信障害を検出する機能をサポートしています。障害の復旧検出も自動で行うことができます。ここで、障害要因によって、障害検出と復旧検出が頻繁に連続して発生することで安定した通信が保てなくなる場合もあります。これに対し、本装置は意図的に通信不能状態を継続させる接続先閉塞機能で対応しています。

接続先閉塞機能を利用した場合、その接続先はonlineコマンド発行によるオペレータ指示があるまで通信不能状態のまま保持されます。これにより、間欠障害発生時にも安定した通信を保つことができます。

閉塞状態への遷移は、offlineコマンド発行による手動閉塞と、通信障害検出時による自動閉塞を行うことができます。自動閉塞の有無はremote ap recovery定義で決定されます。

2.26.2　検出された通信障害に対する通信パス迂回機能

通信障害の検出方法によって、本装置での通信パス迂回機能による利用方法が異なります。
ここでは、それぞれの検出方法による利用方法と本装置での通信パス迂回機能について説明します。

検出された通信障害の利用

「2.26.1 通信障害の検出機能」（P.113）によって検出された通信障害は、以下のように利用されます。

- VRRP 機能を利用した障害検出
  VRRP 機能で、マスタルータ切り替え要因として利用されます。
- ダイナミックルーティング機能を利用した障害検出
  経路制御機能で、経路切り替え要因として利用されます。
- ハードウェアによる障害検出
  Ethernet 回線で、lan インタフェースのダウン要因として利用されます。
  BRI 回線、PRI 回線、ATM 回線では、その回線を利用する接続先の利用不能状態への遷移要因として利用されます。相手定義内のすべての接続先が利用不能状態となる場合は、該当する rmt インタフェースのダウン要因として利用されます。
- データリンクプロトコルを利用した障害検出
  接続先の利用不能状態への遷移要因として利用されます。相手定義内のすべての接続先が利用不能状態となる場合は、該当する rmt インタフェースのダウン要因として利用されます。
- 接続先監視機能を利用した障害検出
  接続先の利用不能状態への遷移要因として利用されます。相手定義内のすべての接続先が利用不能状態となる場合は、該当する rmt インタフェースのダウン要因として利用されます。

通信パス迂回機能

本装置の通信パス迂回機能は、以下のとおりです。

- VRRP 機能を利用した迂回機能
- 経路制御機能を利用した迂回機能
- マルチルーティング機能を利用した迂回機能
- LAN ポートバックアップ機能を利用した迂回機能

以下に、それぞれの通信パス迂回機能の詳細を説明します。

VRRP 機能を利用した迂回機能

VRRP 機能を利用した場合、VRRP ルータは、自身より優先度の高い装置が存在すると判断されているときは、仮想ルータの MAC アドレスあてに送信されたパケットを受信しません。LAN 内のもっとも優先度が高い VRRP ルータ（マスタルータ）がパケットを受信し、転送します。ほかの VRRP ルータ（バックアップルータ）は転送しません。

マスタルータは、障害検出を契機に自身の優先度の変更を LAN 上に広報します。マスタルータが優先度を下げる契機として、以下の契機があります。

- インタフェースダウントリガ
  インタフェースダウントリガは、インタフェースのダウンを契機として利用します。この機能は lan vrrp group trigger ifdown 定義によって設定されます。
- ルートダウントリガ
  ルートダウントリガは、設定された経路が装置から喪失したことを契機として利用します。この機能は lan vrrp group trigger route 定義によって設定されます。

- ノードダウントリガ
  ノードダウントリガは、VRRP ノードダウントリガ機能を利用して監視先装置への到達性がなくなったことを契機として利用します。この機能は lan vrrp group trigger node 定義によって設定されます。

バックアップルータは、VRRP-AD パケットによってマスタルータ喪失の検出またはマスタルータの優先度変更通知によって、自身が新しくマスタルータになるべきかを判断します。その結果、自身がマスタルータとなった場合、仮想ルータ MAC アドレスあてパケットを受信し、転送します。これによって、通信パスが迂回されます。

経路制御機能を利用した迂回機能

本装置は、受信したパケットをどのインタフェースから転送するかを、自身が持つ経路情報によって判断します。経路制御機能を利用することにより、障害検出時に経路情報を迂回経路側に変更し、通信パスが迂回されます。また、ダイナミックルーティング機能を利用している場合は、経路情報の変更をダイナミックルーティングプロトコルを利用して隣接ルータに通知することによって、本装置に到達する前に、迂回するように指示することもできます。これら経路制御機能は、利用するプロトコルによって異なります。

IPv4 を利用する場合

ダイナミックルーティング機能を利用して障害検出された場合、まず、そのダイナミックルーティングプロトコルの範囲で経路変更が行われます。RIPv1/RIPv2、OSPF および BGP4 の場合、代替経路を学習しているときは、代替経路に変更されます。代替経路がないときは、削除されます。

インタフェースダウンによって障害検出された場合は、以下の動作となります。

- スタティックルート（distance が 1 以上に設定されたもの）
  経路情報が削除されます。
- ダイナミックルーティングによって学習された経路
  ダウンしたインタフェースを利用する経路に対して、ダイナミックルーティングを利用した障害検出時の処理と同じです。

これらの処理を行ったあと、スタティックルートおよびそれぞれのダイナミックルーティングの中で最適な経路が選択され、最終的な新経路が決定されます。また、ダイナミックルーティング機能を利用している場合は、最終的な新経路の決定結果を隣接ルータに対して通知します。異なるダイナミックルーティングプロトコル間の経路通知は、routemanage ip redist 定義によって決定されます。

こんな事に気をつけて

本装置の初期設定では、インタフェースに設定したアドレスに付随する経路（connected route）は、インタフェースダウンが起きても経路情報から削除されません。そのため、自身から直接到達できる装置に対する通信データが本装置まで到達してしまった場合は迂回させることができません。このような場合、インタフェース経路のフローティング機能（routemanage interface floating 定義）を使用することで、インタフェースダウンが起きても、経路情報から削除することができます。

IPv6 を利用する場合

IPv6 RIP を利用して障害検出された場合、代替経路を学習しているときは、代替経路に変更されます。代替経路がないときは、削除されます。

インタフェースダウンによって障害検出された場合は、以下の動作となります。

- スタティックルート（distance が 1 以上に設定されたもの）
  経路情報が削除されます。
- IPv6 RIP によって学習された経路
  ダウンしたインタフェースを利用する経路に対して、ダイナミックルーティングを利用した障害検出時の処理と同じです。

マルチルーティング機能を利用した迂回機能

本装置には、相手情報定義（remote）の配下に複数の接続先定義（ap）を定義した場合、どの接続先を利用して送信データを転送するかを選択するマルチルーティング機能があります。相手情報定義は経路制御機能によって選択されますが、マルチルーティング機能はここで選択された相手情報の配下のどの接続先を利用するかを選択するため、経路情報を変更しないで通信パスを迂回させることができます。

マルチルーティングは、もっとも優先度が高く、通信可能状態となっている接続先に対して通信データを送信します。優先度の高い接続先が利用できないと判断されている場合は、利用できる別の接続先を利用して送信することによって、通信パスが迂回されます。

こんな事に気をつけて

マルチルーティング機能を利用する際に、rmt インタフェースの LinkUp trap **および** LinkDown trap **は、以下の場合に送出されます。**

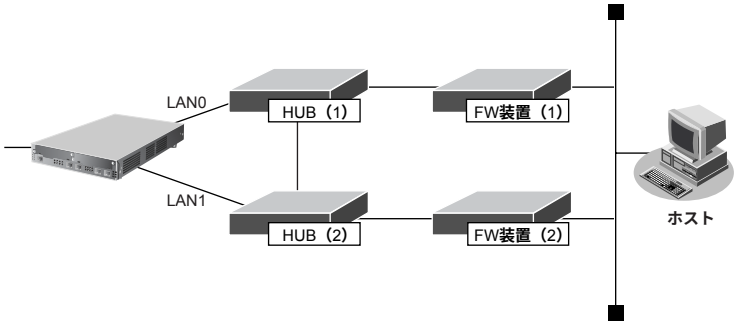
- LinkUp trap **は、rmt インタフェースに対応する相手情報定義（remote）の配下の接続先定義（ap）がすべて利用できない状態から、1 つでも利用できる状態になった場合に送出されます。**
- LinkDown trap **は、rmt インタフェースに対応する相手情報定義（remote）の配下の接続先定義（ap）がすべて利用できない状態になった場合に送出されます。**

それぞれの接続先の状態の変化では、rmt インタフェースの LinkUp trap **および** LinkDown trap **は送出されません。**

LAN ポートバックアップ機能を利用した迂回機能

LAN ポートバックアップ機能を利用した場合、同じセグメントに対して 2 つの LAN ポートを接続できます。これによって、一方の LAN ポートで障害が発生したときも、他方の障害の発生していない LAN ポートを利用して通信を継続することができます。

以下に、LAN ポートバックアップ機能を利用する場合の構成例を示します。



● 運用前提

- 本装置は、LAN0 を通信ポート、LAN1 をバックアップポートとして定義されている
- FW 装置（1）と FW 装置（2）は、お互いをバックアップする構成となっている（HUB と FW 装置との間の通信障害を検出し、系切り替えを行うことができる）

● 通信動作

通常状態

本装置は、LAN0 を通信ポート、LAN1 をバックアップポートで定義され、LAN0 を利用して通信しています。この状態の通信経路を、以下に示します。

本装置［LAN0］←→HUB（1）←→FW 装置（1）←→ホスト

「通常状態」の［LAN0］でケーブル抜け、断線などが発生した場合

本装置は、LAN0 ポートの通信障害を検出し、通信ポートを LAN1 に切り替えます。この場合、FW 装置は障害に気付くことはありません。この状態の通信経路を、以下に示します。

本装置［LAN1］←→HUB（2）←→HUB（1）←→FW 装置（1）←→ホスト

「通常状態」の HUB（1）の故障が発生した場合

本装置は、LAN0 ポートでの通信障害を検出し、通信ポートを LAN1 に切り替えます。この場合、FW 装置（1）も障害を検出し、FW 装置（2）を経由した通信に切り替わったことを前提とします。この状態の通信経路を、以下に示します。

本装置［LAN1］←→HUB（2）←→FW 装置（2）←→ホスト

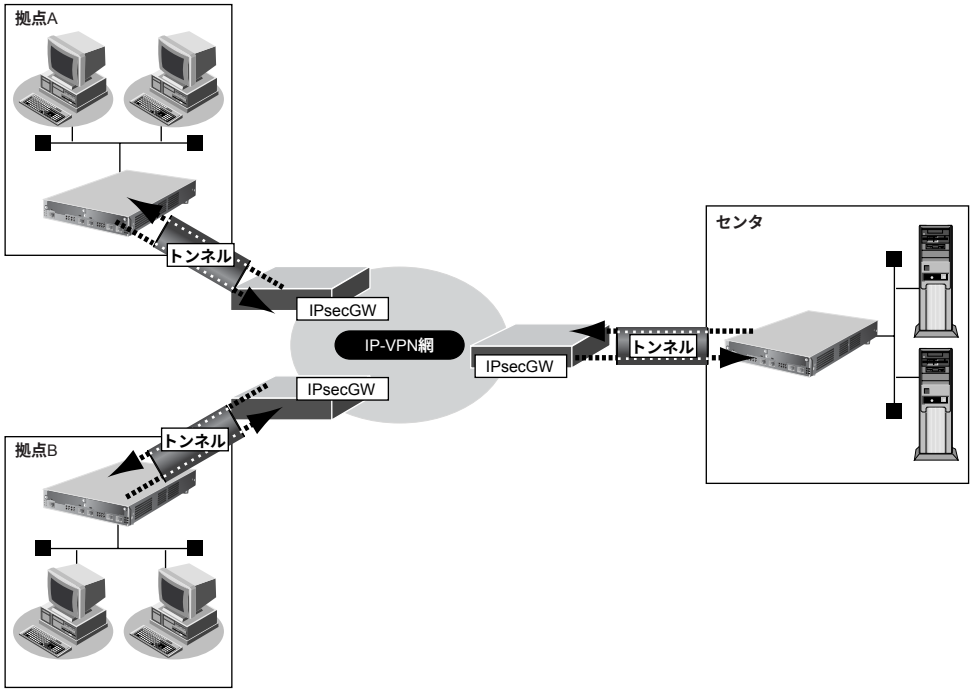
こんな事に気をつけて

- **LAN ポートバックアップ機能を利用する際に、lan インタフェースの** LinkUp trap **および** LinkDown trap **は、以下の場合に送出されます。**
  - LinkUp trap **は、両 LAN ポートが利用できない態から、どちらか一方が利用できる状態になった場合に送出されます。**
  - LinkDown trap **は、両 LAN ポートが利用できない状態になった場合に送出されます。**

  それぞれの LAN ポートの状態の変化では、lan インタフェースの LinkUp trap **および** LinkDown trap **は送出されません。**
- **バックアップポートでの通信中に通信ポートが復旧した場合、バックアップポートがポート切り替えのために一時的に停止状態になります。このため、バックアップポート側ではキャリア喪失の** syslog **が出力されますが、これは異常ではありません。**

2.26.3　ISDN 接続を契機とした通信バックアップ

これまで説明した方法の通信バックアップ機能は、通信する装置どうしで障害を検出できることが前提となります。しかし、ネットワーク形態によっては、一方の装置で通信障害を検出できない場合もあります。以下のネットワーク構成は、通信障害を検出できない場合の例です。

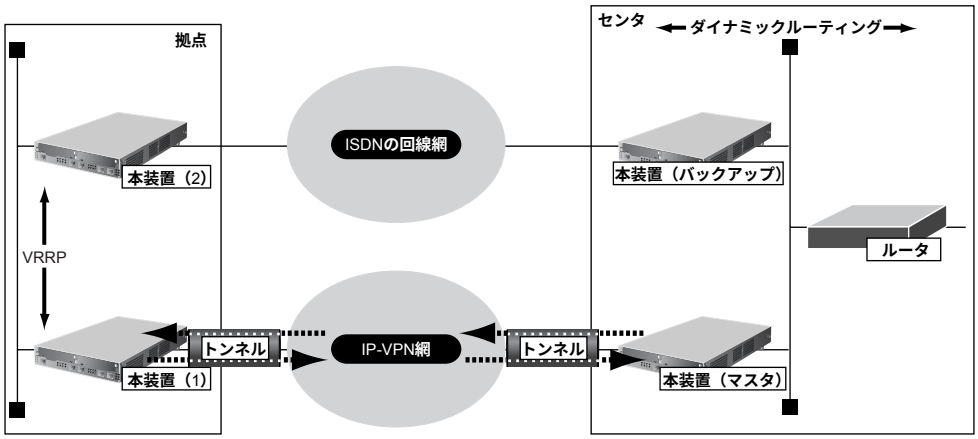


この構成では、拠点側本装置は接続先監視機能などを利用して IPsec 区間および IP-VPN 網の障害検出を行うことができます。しかし、センタ側 IPsec 区間はすべての拠点からの通信で共用することになり、センタ側本装置は拠点ごとの個別の障害検出を行うことができません。このため、センタ側は、これまでに説明した方法ではバックアップ経路への迂回を行うことができません。

本装置では、以下の機能を利用することによって、バックアップ経路となる ISDN 回線の接続を契機とした経路切り替えを行い、このような場合の通信バックアップを実現することができます。

- 無通信監視の方向性機能（拠点側本装置で利用）
- 着信時経路 UP 機能（センタ側本装置で利用）

ここでは、無通信監視の方向性機能と着信時経路 UP 機能を利用した通信バックアップについて説明します。
以下にネットワーク構成の例を示します。



● 運用前提

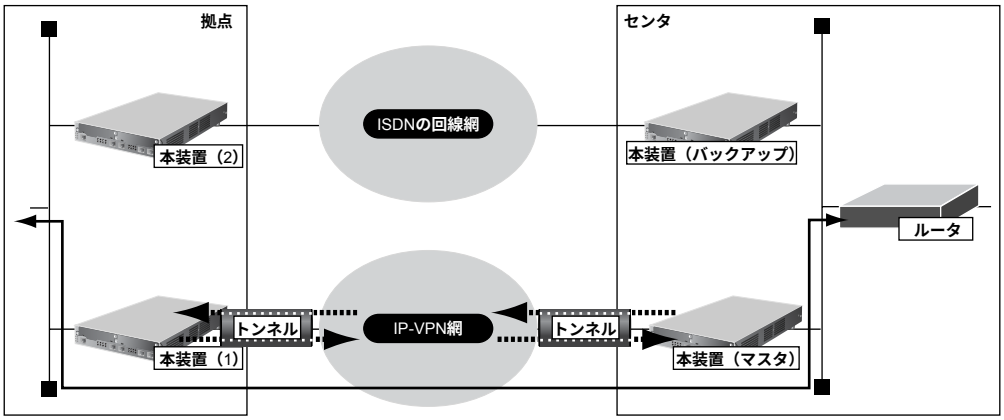
- 本装置（バックアップ）は、着信時経路 UP 機能を利用して、バックアップ回線となる ISDN 接続時だけセンタ側ネットワークに経路情報を広報するように構成する
- 本装置（2）は送出パケットだけに着目した無通信監視の方向性機能を利用する

● 通信動作

通常運用時

拠点側　：本装置（1）がマスタルータとなり、センタへのパケットは本装置（1）から送信されます。

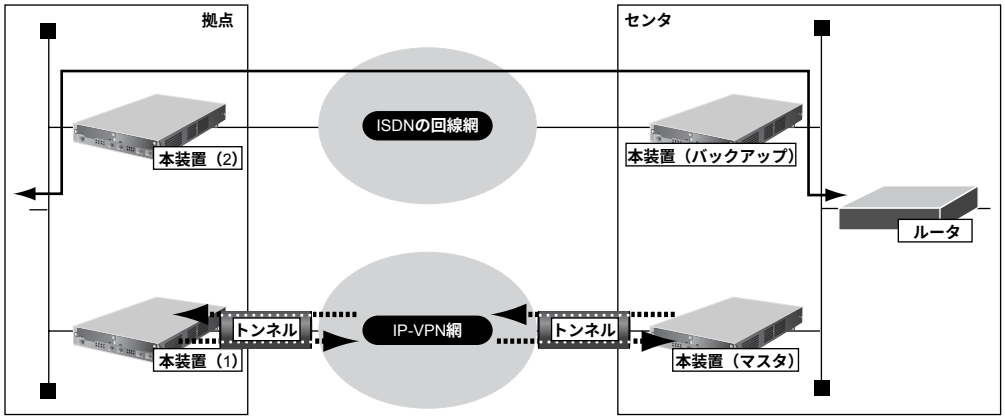
センタ側：本装置（マスタ）は拠点への経路を広報していますが、本装置（バックアップ）は経路を広報しません。その結果、拠点への通信は本装置（マスタ）から送信されます。



IP-VPN 網障害発生時

拠点側　：本装置（2）がマスタルータとなります。センタへのパケットは本装置（2）から送信され、ISDN 回線が接続されます。

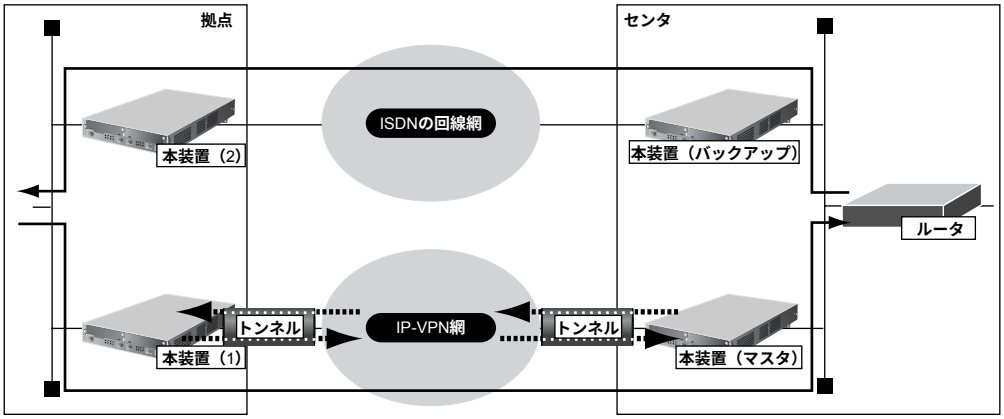
センタ側：本装置（バックアップ）は ISDN 回線の接続によって拠点への経路広報を開始します。この広報情報の優先度（メトリックなど）を、本装置（マスタ）の広報情報より高くすることで、拠点への通信は本装置（バックアップ）から送信されます。



(3) IP-VPN 網復旧時

拠点側　：本装置（1）がマスタルータに戻り、センタへのパケットは本装置（1）から送信されます。

センタ側：ISDN 回線が接続されている間、拠点への通信は本装置（バックアップ）から送信されます。



ISDN 回線切断前は、本装置（2）はセンタからの受信だけを受け持つことになります。しかし、無通信監視の方向性機能を利用して送信だけを監視することによって、設定した時間になると回線が自動的に切断されます。ISDN 回線切断後は、「通常運用時」の状態に戻ります。

参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集
「1.15 NAT と併用しない固定 IP アドレスでの VPN（自動鍵交換）」（P.50）、
「1.16 NAT と併用した固定 IP アドレスでの VPN（自動鍵交換）」（P.56）、「2.26 ECMP 機能を使う」（P.295）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集
「1.14 NAT を併用しない固定 IP アドレスでの VPN（自動鍵交換）」（P.137）、
「1.15 NAT と併用した固定 IP アドレスでの VPN（自動鍵交換）」（P.148）、「2.26 ECMP 機能を使う」（P.665）

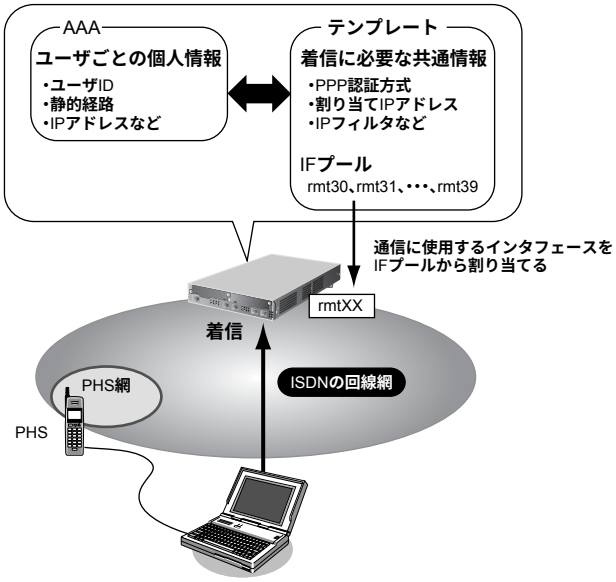
2.27 テンプレート着信機能

適用機種　全機種

テンプレート着信機能とは、あらかじめ着信接続時に共通する情報をテンプレートに定義しておき、そのテンプレートを使って着信を行う機能です。テンプレート着信は、接続するたびに、設定したプール情報の中から使用していない情報を接続相手に動的に割り当てるため、不特定相手着信を実現することができます。

また、同一の相手には、AAA（Authentication、Authorization、Accounting）情報から個別情報を取得することより、同一の情報を静的に割り当てることができます。さらに、AAA 情報から通信情報を取得することにより、接続先を相手ネットワーク情報に設定したときに比べて、より多くの接続相手を登録することができます。AAA 情報は、本装置に設定された AAA 情報または RADIUS サーバから取得することができます。

本装置の AAA 情報では、テンプレート着信で接続するユーザの認証情報など通信接続に関する情報を登録しておくことができます。



テンプレート着信時に使用するインタフェースは、テンプレート用に予約された IF プールから、空いているインタフェースを自動的に検索して通信します。

また、着信時の認証は、AAA 情報に登録されたユーザ情報で行われます。

接続相手の登録を追加する場合は、AAA 情報に接続相手のユーザ情報を登録するだけで追加することができます。

こんな事に気をつけて

- テンプレート着信機能をサポートする接続形態は ISDN（MP 接続はできません）または IPsec です。
- テンプレート着信で使用するインタフェースはテンプレート専用になります。テンプレート用に予約された rmt インタフェースには、remote 定義を設定しないでください。
  たとえば、rmt30 ～ 47 インタフェースをテンプレート用に予約した場合、remote 30 ～ 47 までの remote 定義を設定しないでください。
- テンプレート情報を定義する場合（IP フィルタリングなど）、定義数は「テンプレート情報で設定した定義数×テンプレートで使用する rmt インタフェース数」で計算されるため、それを含めて装置最大定義数の範囲に収まるように定義してください。装置最大定義数を超えたときは、資源不足により該当機能が動作しない場合があります。
- 接続先情報を設定する場合、テンプレート用のインタフェースの個数分は設定しないでください。
  たとえば、接続先定義を最大 48 定義可能な装置で、10 インタフェースをテンプレート用に使用する場合、接続先定義の定義数は 38 となります。
- テンプレート情報と AAA 情報のユーザ側の設定に同じ項目がある場合は、個人情報である AAA 情報が適用されます。
- 発信者番号による識別（CLID 相手判定）を AAA 情報に設定していない場合は、発信者番号による相手判定は行いません（PPP のユーザ認証の結果だけで接続できるかどうかが決まります）。
- AAA 情報に同一ユーザ（パスワードも同一）が存在するときには、定義番号が小さい AAA ユーザ情報が優先されます。定義番号が大きいユーザ情報に発信者番号が一致する定義があり、定義番号が小さいユーザ情報に発信番号で識別を行わない定義がある場合も、定義番号の小さいユーザで着信が行われます。
- 共通 ID で複数の着信を行う場合は、AAA 情報のユーザ定義に、ID とパスワードだけを定義してください（個別情報を定義しないで、ID とパスワードだけのユーザ情報を定義すると共有 ID として扱われます）。

参照 Si-R シリーズ　コマンド設定事例集
「2.38 外部のパソコンから着信接続する（リモートアクセスサーバ）」（P.348）
Si-R シリーズ　Web 設定事例集
「2.38 外部のパソコンから着信接続する（リモートアクセスサーバ）」（P.793）

2.28 RADIUS 機能

適用機種　全機種

RADIUS 機能は、AAA（Authentication, Authoraization, Accounting）情報の管理を外部サーバ（RADIUS サーバ）を利用して行う機能です。複数の装置で同じ AAA 情報が必要な場合や、大量のユーザ情報を管理する場合など、ユーザの認証情報や設定情報、ユーザごとの接続時間や回線の利用情報を集約して管理することができます。

本装置には、RADIUS クライアント機能と RADIUS サーバ機能の 2 つがあります。

以下に、それぞれの機能について説明します。

2.28.1 RADIUS クライアント機能

RADIUS クライアント機能は、他の機能から AAA 情報を経由して利用されます。RADIUS クライアント機能を使用する機能とは、テンプレート着信機能と IPsec ／ IKE 機能です。

以下に、それぞれの機能で利用可能な AAA 情報を示します。

RADIUS サポート機能	認証方式（authentication）	ユーザ情報（authoraization）	アカウンティング（accouning）
テンプレート着信機能（ISDN 接続）（※ 1）	・PAP 方式 ・CHAP 方式 ・発信者番号（CLID）認証	・相手側 IP アドレス ・IPv6 インタフェース ID ・IPv4 スタティック経路情報 ・IPv6 スタティック経路情報	・送受信オクテット数 ・送受信パケット数 ・接続時間
テンプレート着信機能（IPsec ／ IKE 接続）	クリアテキスト方式（※ 2）	・IPv4 スタティック経路情報 ・IPv6 スタティック経路情報 ・IKE セッション確立時の共有鍵（Pre-shared key） ・自動鍵交換用 IPsec 情報の対象範囲 ・接続先監視アドレス	・送受信オクテット数 ・送受信パケット数 ・接続時間

※ 1）Si-R170、180、260、260B では利用できません。

※ 2）IPsec ／ IKE 接続で RADIUS 機能を用いる場合の認証は、ユーザ名、パスワードともに IKE 情報の相手装置識別情報、または相手側 IP アドレスを使ったクリアテキスト認証（PAP 方式と同じ）となります。

2.28.2 RADIUS サーバ機能

以下に、RADIUS サーバ機能で利用できる AAA 情報を示します。

認証方式（authentication）	ユーザ情報（authoraization）	アカウンティング（accouning）（※）
・PAP/ クリアテキスト方式 ・CHAP 方式 ・発信者番号認証	・相手側 IP アドレス ・インタフェース ID ・経路情報 ・IKE 共有鍵 ・IPsec 対象範囲 ・接続先監視アドレス	・オクテット数 ・パケット数 ・接続時間

※）RADIUS サーバ機能で受け取ったアカウンティング情報はシステムログに出力されます。

本装置がサポートする RADIUS アトリビュートを示します。

番号が（N）となっているアトリビュートは RADIUS 標準アトリビュート、（26,A,B）と なっているアトリビュートは VSA（Vender-Specific-Attribute）であり、A がベンダ ID、B がベンダ固有属性番号を示します。

本装置がサポートする Authentication 情報

RADIUS アトリビュート（番号） 対応する AAA 設定コマンド	書式
User-Name（1） aaa user id	OpenSSH 3.9p1
User-Password（2） aaa user password	SSH プロトコルバージョン 2 だけをサポート
CHAP-Password（3） aaa user passwor	22 ／ TCP
Calling-Station-Id（31） aaa user called number	IPv4 および IPv6 をサポート
CHAP-Challenge（60） なし	RSA

本装置がサポートする Authorization 情報

RADIUS アトリビュート（番号） 対応する AAA 設定コマンド	書式
Framed-IP-Address（8） aaa user ip address remote	IPADDR RFC2865 に準拠
Framed-Route（22） aaa user ip route	STRING "<address>/<mask> <next_hop> <metric>" • <next_hop> には 0.0.0.0 を指定してください。 • 1 つのアトリビュートで 1 つの経路情報を設定します。複数個の経路情報を設定する場合 は、その個数分のアトリビュートが必要となります。 • aaa user ip route で指定した distance は RADIUS 機能で伝達することができません。RADIUS クライアントが受け取った経路情報の distance 値は常に 100 固定となります。
Framed-Interface-Id（96） aaa user ip6 ifid	Interface-Id RFC3162 に準拠
Framed-IPv6-Route（99） aaa user ip route	STRING "<address>/<prefixlen> <next_hop> <metric>" • <next_hop> には “::” を指定してください。 • １つのアトリビュートで１つの経路情報を設定します。複数個の経路情報を設定する場合 は、その個数分のアトリビュートが必要となります。 • aaa user ip6 route で指定した distance は RADIUS 機能で伝達することができません。RADIUS クライアントが受け取った経路情報の distance 値は常に 100 固定となります。

RADIUSアトリビュート（番号） 対応するAAA設定コマンド	書式
Fujitsu-ipsec-ikekey -Commands（26,211,105） aaa user ike shared key	STRING "<kind> <shared_key>" <kind>：共有鍵の鍵の種別を文字で指定します。 0　：16進数鍵 1　：文字列鍵 <shared_key>：共有鍵を<kind>で指定した種別で文字列で指定します。 本アトリビュートはフラグメントされません。このためaaa user ike shared keyコマンドで247文字を超えるshared_keyを設定した場合、超える部分がアトリビュートに含まれないため、意図したとおりにAAA情報が伝わらなくなります。RADIUS機能を使用する場合はshared_keyは247文字以内で設定してください。
Fujitsu-ipsec-addmask -Commands（26,211,106） aaa user ipsec ike range	STRING "<src_addr>/<mask> <dst_addr>/<mask>" <src_addr>/<mask>： 送信元IPアドレスとネットマスクを記述します。any4を指定した場合はすべてのIPv4アドレスを、any6を指定した場合はすべてのIPv6アドレスを指定したものとみなされます。 <dst_addr>/<mask>： あて先IPアドレスとネットマスクを記述します。any4を指定した場合はすべてのIPv4アドレスを、any6を指定した場合はすべてのIPv6アドレスを指定したものとみなされます。
Fujitsu-ipsec-pingdest -Commands（26,211,107） aaa user sessionwatch	STRING "<destination>" <destination>：監視対象とするあて先IPアドレスを指定します。

本装置がサポートする Accounting 情報

RADIUS アトリビュート（番号）	書式
Acct-Input-Octets（42）	INTEGER RFC2866 に準拠
Acct-Output-Octets（43）	INTEGER RFC2866 に準拠
Acct-Session-Time（46）	INTEGER RFC2866 に準拠
Acct-Input-Packets（47）	INTEGER RFC2866 に準拠
Acct-Output-Packets（48）	INTEGER RFC2866 に準拠

こんな事に気をつけて

- 本装置の RADIUS サーバ機能は、本装置の RADIUS クライアントからだけ利用できます。
- 1 台の本装置上で、RADIUS サーバ機能と RADIUS クライアント機能を併用することはできません。
- 1 台の本装置上で、RADIUS サーバ機能を複数設定することはできません。
- RADIUS プロトコルの制約で、同時に認証およびアカウンティングが行える数は 256 です。同時に 257 以上の認証とアカウンティングを行った場合は、両方とも失敗します。
- 本装置の RADIUS 機能は 4096 バイトを超える RADIUS のパケットを扱うことができません。RADIUS サーバ機能を用いる場合は、経路情報を大量に設定すると（たとえば aaa user ip route（AAA 情報のスタティック経路情報）だけの場合は約 130 個）この上限を超えてしまい、パケットが送出できず RADIUS クライアント側で認証が失敗します。
- AAA 情報の aaa user ip route、aaa user ip6 route（スタティック経路情報）で設定した distance 値（優先度）は RADIUS サーバ機能では伝達することはできません。
- AAA 情報の aaa user ip address local （IP 基本情報）で設定した自側 IP アドレスは RADIUS サーバ機能では伝達することはできません。
- RADIUS クライアント機能で受信した Framed-Route、Framed-IPv6-Route の情報は distance 値（優先度）100 の経路情報として扱われます。また、これらの経路情報を受け入れた結果、装置の経路数の上限を超えてしまう場合、回線は切断されます。
- RADIUS クライアント機能を定義しても、同じグループのユーザ情報は利用されます。AAA グループに RADIUS クライアント機能（aaa radius）とユーザ情報（aaa user）の両方を定義した場合、まず RADIUS クライアント機能で認証が行われます。RADIUS クライアント機能での認証が成功した場合はユーザ情報は利用されませんが、認証に失敗した場合は、次にユーザ情報で認証を行います。

2.29 SSH サーバ機能

適用機種　全機種

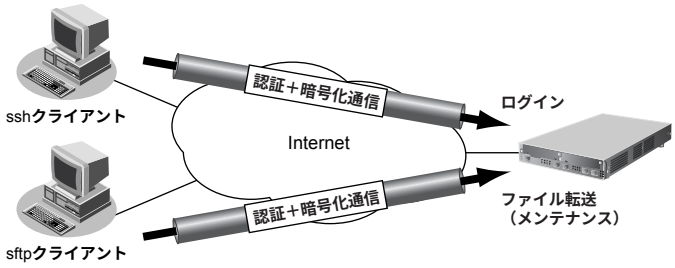
SSH サーバ機能とは、TELNET サーバ機能と同じリモートログイン機能（ssh サーバ）と FTP サーバ機能と同じリモートファイル転送機能（sftp サーバ）をサポートしています。

TELNET サーバ機能および FTP サーバ機能では、平文テキストデータのまま通信するため、通信内容を傍受されたり、改ざんされる危険性があります。SSH サーバ機能では、ホスト認証および暗号化通信により、安全で信頼できるログイン機能およびファイル転送機能を利用することができます。

参照　本装置の SSH サーバ機能は、BSD ライセンスに基づいて公開されているフリーソフトウェアの OpenSSH を利用しています。詳しくは、以下の URL を参照してください。

英語版　：http://www.openssh.com/

日本語版：http://www.openssh.com/ja/



本装置の電源投入時およびリセット時に本装置の SSH ホスト認証鍵が生成されます。生成時間は、数十秒から数分です。SSH ホスト認証鍵生成開始時と完了時にシスログが出力され、生成完了した時点から本装置に SSH 接続することができます。

SSH クライアントソフトウェアにあらかじめ接続相手の SSH ホスト認証鍵を設定しておく必要がある場合は、本装置で sshkey コマンドを実行して表示される SSH ホスト認証鍵を設定します。

本装置に SSH 接続した際に、本装置の SSH ホスト認証鍵が SSH クライアント側に送信されて、設定または保存されている鍵と異なる場合は、SSH 接続が拒否されます。したがって、装置交換などにより、SSH ホスト認証鍵が変更された場合は、SSH クライアントソフトウェアに設定または保存されている SSH ホスト認証鍵を再設定するか削除してから SSH 接続します。

その後、パスワード入力プロンプトが表示されますが、SSH ホスト認証などの処理により、表示されるまで多少時間がかかります。

本装置への SSH 接続は、同時に 1 接続しかできないため、SSH 接続中に新たな SSH 接続要求があった場合は、SSH ホスト認証をする前に切断されます。

また、serverinfo ssh/serverinfo sftp コマンドを off に設定することにより、SSH サーバ機能を完全に停止させることができます。

ssh クライアントと sftp クライアントは SSH ポートに接続するため、serverinfo コマンドの ssh または sftp のどちらかが on の場合、本装置の SSH ポートは接続できる状態で、serverinfo コマンドで off になっていてもパスワード入力まで行われたあとに、接続が切断されます。

こんな事に気をつけて

SSH サーバ機能が完全に停止している状態で本装置を起動し、serverinfo コマンドで SSH 機能のどちらかを有効にして設定を反映した場合、SSH ホスト認証鍵の生成に時間がかかります。このとき、セッション監視タイムアウトが発生するなど、ほかの処理に影響する可能性があります。

以下に、ssh 接続と telnet 接続の相違点を示します。

項目	ssh 接続	telnet 接続
パスワード入力時無入力自動切断時間	2 分 （ログイン中は telnetinfo の設定に従う）	telnetinfo の設定に従う
シスログメッセージ（一部分抜粋）	login ユーザ名	logon telnet

以下に、sftp 接続と ftp 接続の相違点を示します。

項目	sftp 接続	ftp 接続
ユーザ ID 指定	接続前に指定 （一部の sftp クライアントは接続開始時に指定する）	接続後に指定 （一部の ftp クライアントは接続前に指定する）
バイナリモード指定	なし	あり
パッシブモード指定	なし	あり

本装置でサポートする SSH サーバ機能

項目	サポート内容
SSH サーババージョン	OpenSSH 3.9p1
SSH プロトコルバージョン	SSH プロトコルバージョン 2 だけをサポート
SSH ポート番号／プロトコル	22 ／ TCP
IP プロトコルバージョン	IPv4 および IPv6 をサポート
ホスト認証プロトコル	RSA
ホスト認証アルゴリズムの種類	ssh-rsa, ssh-dss
暗号方式の種類	aes128-cbc、3des-cbc、blowfish-cbc、cast128-cbc、arcfour、aes192-cbc、aes256-cbc、rijndael-cbc@lysator.liu.se、aes128-ctr、aes192-ctr、aes256-ctr
メッセージ認証コードの種類	hmac-md5、hmac-sha1、hmac-ripemd160、hmac-ripemd160@openssh.com、hmac-sha1-96、hmac-md5-96
同時接続数	1

2.29.1　SSH クライアントソフトウェア

本装置に SSH 接続するには、SSH クライアントソフトウェアが別途必要です。

本装置の SSH サーバ機能では、SSH プロトコルバージョン 2 だけをサポートしているため、SSH プロトコルバージョン 2 に対応した SSH クライアントソフトウェア（ssh クライアントソフトウェアおよび sftp クライアントソフトウェア）を使用してください。

以下に、使用できるクライアントソフトウェア一覧を示します。

補足　以下の表は、使用可能なソフトウェア一覧であり、すべての動作について保証するものではありません。

ssh クライアント（ログインクライアント）ソフトウェア

OS 名	ssh クライアント名	IPv4 接続	IPv6 接続
Windows® XP ／ 2000 ／ Me ／ 98（SE）	PuTTY 0.55	可能	可能
FreeBSD	ssh（OpenSSH 3.9p1）	可能	可能
Linux	ssh（OpenSSH 3.9p1）	可能	可能

sftp クライアント（ファイル転送クライアント）ソフトウェア

OS 名	sftp クライアント名	IPv4 接続	IPv6 接続
Windows® XP ／ 2000 ／ Me ／ 98（SE）	FileZilla 2.2.8d	可能	不可
	psftp（PuTTY 0.55）	可能	可能（※）
FreeBSD	sftp（OpenSSH 3.9p1）	可能	不可
	cftp 0.12	可能	可能
Linux	sftp（OpenSSH 3.9p1）	可能	不可
	cftp 0.12	可能	可能

※）IPv6 アドレス指定は接続できず、ホスト名指定でのみ接続できます。

2.30 ATM サービスタイプ

適用機種 ***Si-R260,260B,370,570***

本装置の ATM では、以下の 4 つの通信品質（QoS）をサポートしています。

サービスタイプ	特徴
CBR	一定速度での通信を行うことができます。QoS などに適したサービスタイプです。一定速度を保証するため、オーバーサブスクリプション状態では使用できません。
VBR	最大速度と平均速度によって通信することができます。このタイプは、最大速度での通信時間より平均速度での通信時間が長いのが特徴です。また、常に最大速度で通信を行わないため、オーバーサブスクリプション状態でも使用できます。
UBR+	最大速度と最低速度によって通信することができます。このタイプは、最大速度での通信時間が長いのが特徴です。他の VC での送信負荷が少ないときに、CBR と同等な送信を行います。他の VC での送信負荷が増加すると、全体負荷に応じて送信速度が低下しますが、最低速度を下回ることはありません。 オーバーサブスクリプション状態では、UBR+ 使用時、通常は CBR 特性で送信します。また、全体負荷により VBR 特性のように動作するため、VP/VC シェーピング時に効果を発揮します。
GFR+	通信速度は、CBR と同様に、常に一定速度で通信を行うことができます。CBR と異なる点は、CLP 制御を行うことです。CLP 制御は、送出パケットごとにパケット長から保証速度を算出します。保証速度以内の場合は CLP=0 で送出し、保証速度を超えている場合は CLP=1 で送出します。 VBR や UBR+ では、平均速度または最低速度の総和が、VP 速度を超えなければ契約・設定できます。しかし、GFR+ の場合は、CBR と同じように VC 速度が総和の基準になるため、オーバーサブスクリプション状態で運用する場合は帯域を確保しておく必要があります。オーバーサブスクリプションでの運用時は注意してください。

VP/VC シェーピング

本装置では、VC シェーピングの他に VP/VC シェーピングを行うことができます。VC シェーピングでの運用時は、各 ATM 拡張モジュールの最大有効速度まで使用できます。また、VP/VC シェーピング時での運用時は、各 ATM 拡張モジュールの仕様により設定可能範囲が異なります。Si-R260B の ATM25 インタフェースは ATM25 拡張モジュール L2 と同じです。

ATM 拡張モジュール	回線速度	有効速度
ATM25 拡張モジュール L	25.6Mbps	25Mbps
ATM155 拡張モジュール L	155.52Mbps	25Mbps
ATM25 拡張モジュール H	25.6Mbps	25Mbps
ATM155 拡張モジュール H	155.52Mbps	100Mbps

VP/VC シェーピング

ATM 拡張モジュール	VP 速度	VC 速度
ATM25 拡張モジュール L2、ATM155 拡張モジュール L2	25Mbps	25Mbps（ただし、VP 速度まで）
ATM25 拡張モジュール H1	25Mbps	25Mbps（ただし、VP 速度まで）
ATM155 拡張モジュール H1	50Mbps	50Mbps（ただし、VP 速度まで）

VC シェーピング

ATM 拡張モジュール	VC 速度（最大速度、速度総和）
ATM25 拡張モジュール L2、ATM155 拡張モジュール L2	25Mbps
ATM25 拡張モジュール H1	25Mbps
ATM155 拡張モジュール H1	100Mbps

こんな事に気をつけて

- ATM25 拡張モジュール L または ATM155 拡張モジュール L で、VP/VC シェーピング時は、モジュール単位の VPC 数は 1 VPC に限定されます。そのため、ATM25 拡張モジュール L または ATM155 拡張モジュール L で複数 VPC で VP/VC シェーピング運用を行う場合、各 VPC 内では単一の VCC で契約してください。また、VPC の契約速度（VP 速度）は ap 定義での VC 速度に設定してください。wan 定義での VP 速度として設定しないでください。
  なお、サービスタイプは、必ず CBR を設定してください。
  VP 速度契約がない場合は、複数 VPC であっても各 VPC 内に複数 VCC の契約を行うことができます。
- ATM25 拡張モジュール H または ATM155 拡張モジュール H では、ATM25 拡張モジュール L または ATM155 拡張モジュール L が異なるため、複数 VPC での VP/VC シェーピングができ、各 VPC に対して複数 VCC の契約を行うことができます。
  ただし、ATM25 拡張モジュール H および ATM155 拡張モジュール H の場合、複数 VPC での VP/VC シェーピング運用時は、UBR+ が無効となります。構成定義としては設定できますが、運用開始時に無効なサービスタイプとなり、該当 VCC が使用できない状態になります。

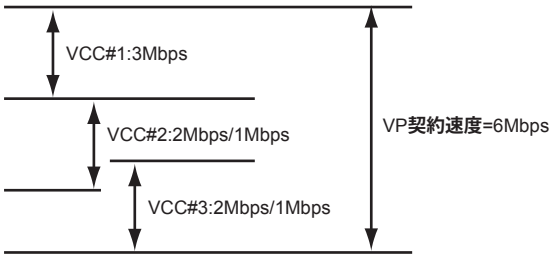
オーバーサブスクリプション

オーバーサブスクリプションとは、各 VCC の VC 速度（最大速度）の総和が VP 速度または回線有効速度を超える状態を示します。本装置では、VBR および UBR+ での運用時にこの状態を許可していますが、CBR および GFR+ ではこの状態での運用ができません。

こんな事に気をつけて

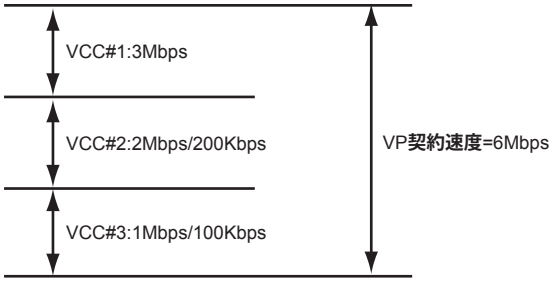
オーバーサブスクリプション状態時、CBR または GFR+ で運用する VCC がある場合は、まず CBR および GFR+ の VCC を定義してください。その後、残りの帯域内で UBR+ または VBR の VC 速度を定義してください。また、平均速度や最低速度の総和も残りの帯域内で定義してください。

- オーバーサブスクリプションの例
  - VP サービス型契約（VP/VC シェーピング）
    VPI=127、VP 速度 =6Mbps
  - 3VCC 契約
    VCC#1：（VPI/VCI）=（127/1000）
    保証型 =3Mbps：CBR 設定
    VCC#2：（VPI/VCI）=（127/1001）
    （最大速度 / 一部保証）=（2Mbps/1Mbps）：UBR+/VBR 定義
    VCC#3：（VPI/VCI）=（127/1002）
    （最大速度 / 一部保証）=（2Mbps/1Mbps）：UBR+/VBR 定義



このような契約の場合、オーバーサブスクリプションでの運用になります。また、VCC#2 と VCC#3 の最大速度の総和が VP 速度 6Mbps から VCC#1 の保証速度 3Mbps を引いた速度を超えてしまうため、GFR+ の設定では運用できません。

- 非オーバーサブスクリプションの例
  - VP サービス型契約（VP/VC シェーピング）
    VPI=127、VP 速度 =6Mbps
  - 3VCC 契約
    VCC#1：（VPI/VCI）=（127/1000）
    保証型 =3Mbps
    VCC#2：（VPI/VCI）=（127/1001）
    （最大速度 / 一部保証）=（2Mbps/200Kbps）
    VCC#3：（VPI/VCI）=（127/1002）
    （最大速度 / 一部保証）=（1Mbps/100Kbps）



このような契約の場合、オーバーサブスクリプションにならないため、全 VCC を CBR として設定できますが、一部保証契約では GFR+ の設定もできます。

索引

A

AAA 情報 125
Accounting 情報 128
acl 定義 17
AH ヘッダ 62
answer 定義 17
ap 定義 54
AS 31
AS 境界ルータ 34
ATM 55, 115
ATM サービスタイプ 132
Authentication 情報 126
Authorization 情報 126

B

BGP 39
BGP/MPLS VPN 42
BGP4 機能 31
BGP4 経路 24
BPDU 103
BSR（ブートストラップ・ルータ） 47

D

DHCP 機能 82
DHCP クライアント機能 82, 83
DHCP 経路 24
DHCP リレーエージェント機能 83
DNS 経路 24
DNS サーバ機能 86
DNS 振り分け機能 86

E

ECMP 機能 89
EoMPLS 40
ESP ヘッダ 62
Ethernet インタフェース 18
Ethernet フレーム 98
External BGP 31

F

FTP サーバ機能 129
FTP ストリーム 80

G

Global Unicast Addresses 22

H

Hello タイム 104

I

ICMP ECHO パケット 63, 82
IKE 経路 24
Internal BGP 31
IPsec 55
IPsec 機能 59
IPsec の範囲 61
IPv4 DHCP 機能 82
IPv6 DHCP 機能 84
IPv6 DHCP クライアント機能 84
IPv6 DHCP サーバ機能 84
IPv6 over IPv4 トンネル 23
IPv6 RIP 機能 36
IPv6 アドレス体系 22
IPv6 アドレスの表記方法 22
IPv6 機能 22
IPX 98
IP アドレス 79
IP 経路情報の管理 25
IP 経路情報の種類 24
IP 経路制御機能 24
IP パケット 15
IP パケット暗号化 62
IP パケット認証 62
IP フィルタリング機能 50
IP ルーティング 54
ISDN 55, 115

L

LAN セグメント 49
lan 定義 17
LAN ポートバックアップ機能 119
LDP 38, 42
LDP 配布制御方式 38
LER 38
Link-Local Unicast Addresses 23
loose 99
LSA 34
LSP（トンネルラベルスイッチングパス） 38, 43
LSR 38

M

MAC アドレス学習機能 104
MIB 88
MODEM 56
MPLS IX 39
MPLS LSP トンネル 39
MPLS エッジルータ 38
MPLS 機能 38
MPLS コアルータ 38
MPLS 制御ルータ 39
MPLS トンネル接続 56
Multicast Addresses 23

N

NAT あて先変換 70
NAT 機能の選択基準 71

O

OSPF 89
OSPF 機能 34
OSPF 経路 24

P

PIM-DM 47
PIM-SM 47
PPPoE 55, 115
Precedence 75
ProxyDNS 機能 86

R

RADIUS 機能 125
RADIUS クライアント機能 125
RADIUS サーバ機能 125
RD 42
remote 定義 17, 19, 54
RFC 75
RIP 機能 29
RIP 経路 24
Router Advertisement Message 23
RP（ランデブーポイント） 47
RR（ルートリフレクタ） 43
RTP ストリーム 80

S

Security Association 61
Security Parameters Index 61
sftp サーバ 129
Skew_Time 93
SNMP エージェント 88
SNMP 機能 88
SNMP マネージャ 88
SPI 52
SSH クライアントソフトウェア 131
SSH サーバ機能 129
STP ドメイン 101
strict 99

T

TELNET サーバ機能 129
template 定義 17
TOS/Traffic Class 値書き換え機能 75
TOS 値 79
Traffic Class 値 79
TTL 39

U

UPDATE パケット 31

V

VC ID 40
VC ラベル 40
VLAN ID 49
VLAN 機能 49
VLAN タグ付きフレーム 49
VLAN プライオリティマッピング機能 77
VoIP NAT トラバーサル機能 72
VPN 59
VPN ラベル 42, 44
VRF 42
VRRP 117
VRRP-AD メッセージ 92
VRRP 機能 92, 114
VRRP ノードダウントリガ機能 115

W

wan 定義 17
WFQ 機能 79

あ

アドレスマスク 79
暗号化 59

い

インタフェース 18, 80
インタフェース経路（IPv4）....24
インタフェース経路（IPv6）....24
インタフェースダウントリガ 93

え

エリア境界ルータ 34
エンドツーエンド 112
エントリ 86

お

オーバーラップ 56
オーバーラップ先インタフェース 57
オーバーラップ元インタフェース 57

か

簡易 DHCP サーバ機能 82
簡易ホットスタンバイ機能 92

き

基本 NAT 68, 71

く

クラスタリング機能 92, 94
グローバルアドレス 68

け

経路再配布機能 28
経路情報 43
経路制御機能 27, 28, 118
経路フィルタリング機能 28

こ

広域分散網 39
構成 BPDU 101
固定長ラベル 38
コネクション 31

さ

再配布フィルタリング 28

し

シェーピング機能 78
次ホップルータアドレス 58
出力先インタフェース 57
自律システム 31

す

スタティック機能 86
スタティック経路 24
スタティックルーティング 15, 23, 89
スタティックルーティング機能 27
スタブエリア 34
ストリーム数 80
スパニングツリー機能 100

せ

静的 NAT 69, 71
セキュリティ 50
セキュリティ方針 51
接続先監視 63
接続先監視機能 115
接続先閉塞機能 116
設定済み相手用通信インタフェース 18
専用線 55

そ

送出先判断 56

た

帯域制御機能 79
対地シェーピング 78
ダイナミックルーティング 15, 23
ダイナミックルーティング機能 28, 114
代表コスト 108
代表ブリッジ 100
代表ポート 100, 102
ダウントリガ 93, 95
端末型接続 68

ち

着信時経路 UP 機能 120
チャネル 45

つ

通信障害の検出機能 113
通信パス 53
通信パス迂回機能 117
通信パス選択方法 90
通信バックアップ 53
通信バックアップ機能 91, 112
通信バックアップ（ISDN 接続）....120
通信分離 38
ツリー構造の確立 106

て

データリンク・コネクション 45
データリンクプロトコル 115
デフォルトコスト 103
デフォルトルータ 94
デフォルトルート 19
転送先選定定義 19
転送ポリシ 99
テンプレート着信機能 123

と

動画・音声 46
到達性確認 115
動的 NAT 69, 71
動的 VPN 機能 64
動的フィルタリング 52
ドメイン名 86
トラフィック 80
トランスポートモード 60
トンネルモード 60
トンネルラベル 40, 42

な

内部ルータ 34

に

認証 59

ね

ネットワーク 13
ネットワークインタフェース 16
ネットワーク型接続 68
ネットワーク設計概念 13
ネットワーク全体 14
ネットワーク部 14

の

ノードダウントリガ 93

は

ハードウェア 114
パケットフィルタリング 23
パスコストの設定 108
バックアップルータ 92
バックボーンエリア 34
バックボーンルータ 34
ハッシュ方式 90
パラメタ（スパニングツリー）....106
バルク転送 45
バンド幅 79
バンド幅の変動 80

ふ

ファイアウォール 50
フィルタリングルール 52
プライベートアドレス 68
プライベートネットワーク 40
フラグメント 69
ブリッジ機能 97
ブリッジグルーピング機能 97
ブリッジ識別子 101
ブリッジ転送 17
ブリッジプライオリティの設定 108
フレームリレー 55, 115
プレフィックス長 22
ブロッキングポート 101, 102, 105
プロトコル番号 79

へ

ベストエフォートストリーム 79, 80

ほ

ポート状態変化 106
ポート番号 79
ホスト部 14
ホップ数 29
ポリシールーティング機能 53

ま

マスタルータ 92
マニュアル構成 6
マルチ NAT 機能 68
マルチキャスト機能 46
マルチリンク機能 45
マルチルーティング機能 19, 53, 119
マルチルーティング機能の応用 57

む

無通信監視の方向性機能 120

ゆ

ユーザ認証 50
優先経路制御機能 27, 28
ユニキャスト 46
ゆらぎ 29

よ

予約ストリーム 79
予約フィルタ 79

ら

ラーニング状態 105
ラウンドロビン方式 90
ラベル 38
ラベル広報方式 38
ラベル情報 43
ラベル保持方式 38

り

リスニング状態 105
リモートファイル転送機能 129
リモートログイン機能 129
リンクステート方式 34

る

ルータ 15
ルータ設定 17
ルーティング 13, 89
ルーティングテーブル 15, 26
ルーティング転送 16
ルーティングプロトコルの経路テーブル 25
ルートダウントリガ 93
ルートパスコスト 101
ルートパスコストの算出 108
ルートブリッジ 100
ルートポート 100, 102
ループバックインタフェース 18

れ

レイヤ 2 38
レイヤ 3 38

ろ

ローカルルータ 113

Si-R シリーズ　機能説明書

P3NK-1162-04Z0

発行日　　2005年8月

発行責任　　富士通株式会社

• 本書の一部または全部を無断で他に転載しないよう、お願いいたします。
• 本書は、改善のために予告なしに変更することがあります。
• 本書に記載されたデータの使用に起因する第三者の特許権、その他の権利、損害については、 弊社はその責を負いません。